

Gerhard Kortum

Humboldt der Seefahrer und sein Marinechronometer. Ein Beitrag zur Geschichte der Nautik und Meereskunde

ABSTRACT

HUMBOLDT acquired a remarkable precision time-keeper instrument shortly before he left Paris for his Journey to the Neotropics (1799–1804). This chronometer was made by the famous Swiss-French watchmaker Louis BERTHOUD (1753–1813) with the series number 27. It had belonged to “the celebrated BORDA”, as HUMBOLDT stated in his “Personal Narrative”. HUMBOLDT used this pocket chronometer for his routine astronomic and geomagnetic observations and to fix the longitude of his position while on board a vessel in the Atlantic and Pacific Ocean. Until John “Timekeeper” HARRISON developed his famous “H4” chronometer in 1773, a strategic invention for a maritime power as Great Britain, the longitude was a major navigational problem. HUMBOLDT, who confessed that he had a “peculiar predelication for the sea”, developed great nautical skills, and his findings were much better than those of the pilots. Furthermore he used the chronometer to observe and calculate ocean currents and to improve the geographical coordinates and thus the maps for many places in Latin America.

RESUMEN

Poco antes de su salida hacia Sudamerica adquirió HUMBOLDT un cronómetro de precisión muy especial para completar su equipo instrumental. Este cronómetro construido por el conocido relojero suizo Louis BERTHOUD (1753–1813) con el número de fabricación 27, funcionaba con increíble exactitud como constato HUMBOLDT mediante comparaciones de medidas astronómicas realizadas en Francia y en España en su viaje al puerto de em-

barque de la Coruña en 1799. Las determinaciones de distancias realizadas por HUMBOLDT con ayuda de este “time-keepers” en los viajes trasatlánticos y otras rutas de navegación eran por esta razón siempre mejores que las realizadas por los navegantes de su tiempo. El pudo de este modo hacer descripciones exactas de las corrientes marinas y mediante comparación con desviaciones en las rutas de navegación calcular a través de estos datos concretos su correspondiente fuerza y dirección. Además necesitó el reloj de Berthoud para numerosas determinaciones de posiciones astronómicas y medidas geodesicas en tierra firme.

ZUSAMMENFASSUNG

Kurz vor seiner Abreise nach Südamerika erwarb HUMBOLDT zur Ergänzung seiner Instrumentenausrüstung ein ganz besonderes Präzisions-Taschenchronometer, gefertigt von dem berühmten Schweizer Uhrmacher Louis BERTHOUD (1753–1813) mit der Fertigungsnummer 27. Dieser Zeitmesser ging, wie HUMBOLDT durch astronomische Vergleichsmessungen in Frankreich und Spanien auf der Anreise zum Einschiffungshafen La Corunna 1799 feststellte, außerordentlich genau. HUMBOLDTs Längenbestimmungen mit Hilfe dieses „time-keepers“ auf der Atlantik-Überfahrt und sonstigen Seefahrten waren deshalb immer besser als die der Nautiker. Er konnte dadurch exakte Beschreibungen der Meeresströmungen machen und durch Vergleich mit der Schiffsversetzung durch diese konkrete Angaben zu deren Richtung und Stärke berechnen. Zudem brauchte er die BERTHOUD-Uhr für zahlreiche astronomische Ortsbestimmungen, geodätische Messungen auf Land.



1. Einführung: Humboldt und das Meer

Wie kann man heute mit einer Geschichte des Chronometers einen Bestseller-Erfolg erzielen? Man lese selbst die spannende Biographie von John „Timekeeper“ HARRISON (SOBEL 1996). Die folgenden Betrachtungen dürften hierzu zumindest für HUMBOLDT-Kenner eine willkommene Ergänzung sein und auch auf allgemeines wissenschaftliches Interesse stoßen.

HUMBOLDT war bekanntlich selbst an der Geschichte der physischen Weltbeschreibung sehr interessiert und wird immer wieder auch Objekt und Bezugspunkt der Wissenschaftsgeschichte bleiben. HEINRICH der Seefahrer (1394–1460) und seine nautische Akademie in Sagres spielten für die folgenden Überseefahrten der Portugiesen eine große Rolle, wie im „Kosmos“ (Band II, 1847, S. 296) ausgeführt. Aber HUMBOLDT der Seefahrer? Diese ungewohnte neue Sicht wird im folgenden vor dem Hintergrund seiner eigenen Seereisen und nautischen Kenntnisse näher darzustellen sein.

Alexander von HUMBOLDT war insofern Empiriker, als er eine Leidenschaft für Instrumente hatte und diese auf seinen Reisen, aber auch später während seiner Studien in Paris und Berlin mit Erfolg einsetzte. Zudem lag ihm das Experimentieren im medizinisch-biologischen und geowissenschaftlichen Bereich besonders. BRAND hat in einer vor kurzem veröffentlichten längeren Studie über die von HUMBOLDT benutzten Meßinstrumente und Meßmethoden erstmals die Geräteausstattung der „wandernden Akademie“ HUMBOLDT näher ausgeführt. Auf diese Studie kann hier nur verwiesen werden. Sie geht in Abschnitt 4 (Ortsbestimmung/Chronometer) auch auf die im vorliegenden Beitrag behandelte Problematik in einigen Zügen ein (BRAND 2001, S. 27–38). HUMBOLDTsches Arbeiten und Wissen ohne Thermometer oder Barometer kann man sich nicht vorstellen, aber über seinen Chronometer und das Arbeiten mit diesem dritten Basisinstrument wissen wir bisher wenig. Gleichzeitig ist eine Schiffsuhr neben den traditionellen Grundgeräten Kompaß und Sextant, mit denen sich HUMBOLDT ebenso gründlich auskannte, die wichtigste Navigationshilfe.

Der von Alexander von HUMBOLDT während seiner Atlantikquerung und auf seiner nachfolgenden Südamerika-Expedition 1799–1804 benutzte Bordchronometer von Louis BERTHOUD war ein besonders präzises Taschenchronometer und ist leider nicht mehr auffindbar. Es war hinsichtlich der Herstellung, des Vorbesitzers und des Gebrauchs durch HUMBOLDT eine ganz besondere Uhr, die einer kurzen instrumentenkundlichen Betrachtung aus der Sicht der Nautik und Geschichte der Meereskunde sicher wert ist.

HUMBOLDT war nicht nur astronomisch auf dem neuesten Stand seiner Zeit – man lese nur in den betreffenden Kapiteln des „Kosmos“ (Bd. III, 1850), er war auch im Gebrauch der von ihm mit erheblichem Mittelaufwand erworbenen und in großer Zahl auf seiner Reise mitgeführten astronomischen, meteorologischen und geodätischen Instrumente ein Meister (vgl. HUMBOLDT 1808–1810). Er kannte alle großen Astronomen seiner Zeit und arbeitete auf allen wichtigen Sternwarten, denen u. a. auch die praktische Aufgabe der Ermittlung der Zeit und der nationalen Bezugsmeridiane für geodätische Kartenwerke zukam. Bei Benutzung von Sextant und Chronometer auf See war er eigentlich auch ein Nautiker, und dieser Aspekt soll hier erstmals in den Mittelpunkt der folgenden Betrachtung gestellt werden.

HUMBOLDT hat weite Seereisen unternommen, fast hätte er auf Georg FORSTERS Spuren selbst an einer wissenschaftlich begleiteten Weltumsegelung teilgenommen. Seine Sonderinteressen für nautische Kartographie und die Entwicklung der frühen Navigation (HUMBOLDT 1836–1839)

lassen ihn in einem neuen Licht erscheinen. HUMBOLDT der Seefahrer steht im Mittelpunkt des folgenden Beitrags.

HUMBOLDTs Stellung in der Geschichte der Ozeanographie, die bereits von den führenden deutschen Ozeanographen des 20. Jahrhunderts, G. WÜST (1959), A. DEFANT (1960) und G. DIETRICH (1970), sowie in neuerer Zeit vom Autor dieses Beitrags in verschiedenen Zusammenhängen und mit Bezug zum Stand der heutigen Meeresforschung aus HUMBOLDTs Gesamtwerk herausgearbeitet wurden (KORTUM 1985–2001), bleibt hiervon unberührt. Weitere vom Autor verfolgte Studien werden HUMBOLDTs Stellung als Pionier der Meeresforschung auch im internationalen Rahmen noch stärker hervortreten lassen. Es ist aber einleuchtend, daß die Bereiche Nautik und Meeresforschung eng miteinander verzahnt sind. Wie im folgenden ausgeführt, hatte HUMBOLDT zu beiden eine besondere Beziehung, die es voll gerechtfertigt erscheinen lassen, daß ein deutsches Forschungsschiff seinen Namen trägt. Unser heutiges HUMBOLDT-Bild bedarf einer maritimen Vertiefung.

2. Über Zeitmessung, Chronometer und das Längenproblem

Ein zentrales, aber wenig beachtetes Instrument in HUMBOLDTs Arbeiten ist der Chronometer. Dieser nautische Zeitmesser ist weit mehr als eine genau gehende Uhr, er wird von HUMBOLDT und seiner Zeit als wichtiges astronomisches und geodätisches Gerät verwendet.

Wir alle leben mit und in der Dimension Zeit, die die Stunden, Tage, Monate, Jahreszeiten und Jahre zählt. HUMBOLDT lebte ein sehr langes Leben, schon die chronologische Übersicht füllt ein kleines Buch (BIERMANN, JAHN, LANGE 1983). Er blieb bis ins hohe Alter wissenschaftlich produktiv. Dennoch kämpfte er zuletzt gegen die Zeit, die er für sich ablaufen sah. Er konnte wesentliche Werke, wie den „Kosmos“ und auch die Beschreibung seiner Südamerika-Expedition (1799–1804), nicht abschließen. Sein Manuskript über Meeresströmungen blieb ebenfalls bis heute unveröffentlicht (ENGELMANN 1969, KORTUM 1990). Zeit ist ohne Anfang und Ende und bestimmt den Takt unseres Lebens. Nicht die Zeit an sich, sondern die Methoden der Zeitgliederung und Zeitmessung sind kosmische Größen und sind durch astronomische Abläufe bedingt, insbesondere die Bewegung der Erde um sich selbst und die Jahresreise unseres Planeten um die Sonne. Die Geschichte der Astronomie ist auch die Geschichte der Kalenderentwicklung und Zeitmessung. Diese ist wiederum einmal als physikalisches Meßproblem, andererseits in den mechanisch-instrumentenkundlichen und auch handwerklichen Aspekten zu sehen (Chronometrie, Horologie).

Zeit verrinnt, wie im Stundenglas. Das Stundenglas war auf Schiffen bis zur Einführung von Seeuhren das wichtigste Gerät zur Zeitmessung. Pendeluhren, die im 17. Jahrhundert aufkamen, sind für den Gebrauch auf See wegen der ständigen Schiffsbewegungen nicht gut tauglich, von Sonnenschein ganz zu schweigen. Man konnte bis zum Ende des 18. Jahrhunderts zwar auf See die geographische Breite sehr gut durch Beobachtung des Sternhimmels bestimmen, jedoch nicht die geographische Länge. Sie wurde über den Kurs und das Log abgeschätzt (dead reckoning), wobei die Stromversetzungen durch Meeresströmungen zu erheblichen Fehlern in der Positionsbestimmung auf See führten. Diese Unsicherheiten haben zu vielen Schiffsverlusten geführt. Gleichzeitig war die Beobachtung und großräumige Erfassung von Meeresströmungen lange Zeit abhängig von der Analyse von sog. „Besteckversetzungen“ nach Logbuchaufzeichnungen der Schiffskapitäne, die nicht nur ihre geographische Breite, sondern insbesondere ihre Länge hinreichend exakt festlegen konnten.

Dies war noch bis Ende des 18. Jahrhunderts ein ganz erhebliches Problem (vgl. SOBEL 1995). Die Lösung ergab sich schließlich in Abwendung von den zunächst favorisierten astronomischen Methoden (insbesondere der Methoden der Beobachtung der Mondstrecken und Stellung der Jupitermonde) durch die Entwicklung präziser mechanischer Zeitmesser, denn Längenbestimmung ist Zeitbestimmung gegenüber einer mitgenommenen Referenzzeit, für die sich bald auf Grund der überlegenen englischen Seekarten diejenige der 1675 gegründeten Sternwarte von Greenwich durchsetzte (Nullmeridian). Ein weiterer Grund für die Dominanz von Greenwich war die langjährige Tätigkeit von Nevil MASKELYNE (1732–1811) als königlicher Astronom auf der Sternwarte. Er hielt nicht viel von mechanischen Uhren, sondern vertrat die Methode der Mondstrecken und gab zur genauen astronomischen Längenbestimmung auf See jährlich den auf die Zeit von Greenwich bezogenen Nautical Almanac heraus. – Diesen hat HUMBOLDT auf seiner Reise ebenfalls benutzt, er war auch mit diesem Verfahren wohl vertraut. Jeder Besucher von London sollte sich die Zeit nehmen, sich mit dem Problem der Zeitmessung durch Besuch des historischen Sternwartenkomplexes auf dem Hügel über der Themse vor den Toren der Stadt vertraut zu machen (dort auch das National Maritime Museum an der Themse).

HUMBOLDT war zwischen 1790 und 1842 sechsmal in London. Am 31. Oktober 1816 führte er mit seinem Freund François ARAGO (1787–1853) auf dem Hügel der Sternwarte von Greenwich geomagnetische Messungen durch. 1842 bedauerte er, daß er wegen anderer Verpflichtungen während seines Aufenthaltes in London keine Zeit fand, die Sternwarte von Greenwich zu besuchen. Diese hatte bei der Entwicklung nautischer Uhren in England eine besondere Bedeutung und wurde schließlich internationaler Referenzpunkt (seit 1884, Internationale Meridiankonferenz in Washington, D.C.). Seitdem bestimmt Greenwich die Zeit der Welt. Die Franzosen verwendeten aber noch bis 1911 weiter ihren Pariser nationalen Bezugsmeridian und sprachen nicht von „Mittlerer Zeit von Greenwich“ sondern „Mittlerer Zeit von Paris, verspätet um 9 Minuten, 21 Sekunden“, dies ist der zeitliche Längenunterschied beider Sternwarten.

HUMBOLDT verwendete in seinem Reisewerk den Pariser Bezugsmeridian, bisweilen den von Cadix, für Positionsangaben in der Neuen Welt. Der Vollständigkeit halber sei angefügt, daß auf älteren Kartenwerken auch oft der Meridian von Ferro (Kanarische Inseln) als Bezug gewählt wurde (17° 40' westl. von Greenwich).

Über den mit dem Teleskop von Bord zu beobachtenden Fall des Stundenballs auf dem Dach dieser Sternwarte in Greenwich (seit 1833) und anderer „Zeitinstitute“ in Überseehäfen anderer Länder konnte der Bordchronometer eingestellt und diese Zeit dann mit auf die Reise genommen werden.

Es ist hier noch zu erwähnen, daß das Problem der Längenbestimmung zwar schließlich durch die Weiterentwicklung der Chronometer, insbesondere durch John und William HARRISON in England eine Lösung fand, aber in der Mitte des 18. Jahrhunderts durchaus auch andere Methoden diskutiert und erprobt wurden. Neben astronomischen Verfahren (Ermittlung der Mondstrecken und Ephemeriden-Tabellen, ferner Einbeziehung der Bewegungen der Jupiter-Monde) war auch die Isogonen-Methode im Gespräch. Hiernach können zur Längenbestimmung auch die Linien gleicher magnetischer Stärke und Abweichung herangezogen werden.

Schiffsoffiziere wurden auf den Seefahrtsschulen quasi zu praktischen Astronomen ausgebildet. Die astronomische Navigation umfaßt nahezu den gesamten zweiten Band des „Lehrbuchs der Navigation“ (hrsg. vom Reichs-Marine-Amt in Berlin 1906). Beschreibung, Zweck und Gebrauch sowie Pflege des Chronometers nehmen hierbei einen sehr breiten Raum ein (S. 290–398). Erst langsam entwickelte sich die Chronometertechnik soweit, Instrumente von solcher

Zuverlässigkeit zu konstruieren, daß eine Übereinstimmung ihrer Anzeigen mit der tatsächlichen Zeit von Greenwich bis auf wenige Minuten selbst nach mehrmonatigen Seereisen gegeben war. Dabei war eine wesentliche Voraussetzung für die Nautiker, daß die Chronometer vor der Ausreise sorgfältig geprüft und die Instrumente bei dem Transport, der Aufstellung an Bord sowie bei Benutzung auf See mit äußerster Sorgfalt behandelt wurden. Jeder Chronometer, selbst Wunderwerk der Feinmechanik, war auch bei Serienfertigung individuell in der Gangart und seiner Anhängigkeit von äußeren Einflüssen wie Temperatur, Feuchtigkeit u. a. Selbst Zeitpunkt und Art des Aufziehens war wichtig. Meist wurde diese Aufgabe deshalb nur einem bestimmten Offizier zugeteilt, der hierüber Eintragungen im Chronometerbuch zu machen hatte. Der Chronometer war zwar eine sehr genau gehende Uhr, er zeigte aber nicht die Uhrzeit auf dem Schiff an (Ortszeit), sondern trug die Greenwich-Zeit mit sich. Durch exakte Feststellung der Mittagszeit auf dem fahrenden Schiff und ihrer Inbeziehungsetzung zur Chronometerzeit errechnet sich die exakte geographische Länge, 1 Stunde später entspricht genau 15° West bez. 1 Stunde früher Mittagszeit auf dem Schiff (oder einem Ort auf dem Festland) vor der Greenwichzeit 15° östliche Länge. Eine volle Erdumdrehung von 360° ergibt 24 Stunden. Damit ist geographische Länge Zeit, und Zeitunterschiede entsprechen Längenunterschieden. Das weiß heute jeder, der mit dem Flugzeug den Atlantik von oder nach Amerika überquert, aus seiner eigenen Erfahrung des „Jetlags“. Damals im 18. Jh. war die Länge eines der größten wissenschaftlichen Probleme (vgl. den Untertitel von SOBEL 1996).

Navigationsschüler mußten aber bis vor kurzem im sachgemäßen Gebrauch des Sextanten und des Chronometers ausgebildet werden. Ein guter und erfahrener Kapitän konnte mit diesen Grundinstrumenten seine Position bei günstigen Bedingungen bis auf etwa 2 Seemeilen genau feststellen.

Seeuhren, auch Längenuhren, Bord- oder Marinechronometer genannt, waren somit eigentlich nautische Instrumente. Wenn sich zwei Schiffe auf dem Ozean begegneten, war es alter Seemannsbrauch, daß man im gegenseitigen Interesse den Chronometerstand verglich. Sicherheitshalber führte man auf längeren Reisen auf einem Schiff oft gleich mehrere gute „Zeithalter“ mit, auf der Weltumsegelung von Charles DARWIN mit der „Beagle“ (1831–1836) waren es zur Erprobung für Vermessungsarbeiten sogar 32. Aus diesen Gründen wird verständlich, daß gute Uhrmacher in allen seefahrtstreibenden Nationen gesucht wurden und diese in Kommandostäben der Flotten, aber auch in allen Häfen mit Überseehandel ein gutes Auskommen fanden. Das Mitführen von Schiffschronometern in der nautischen Grundausstattung ist seit etwa 15 Jahren nicht mehr von den Klassifizierungsbehörden vorgeschrieben. Mit Aufkommen der Radioübertragungen wurden zu bestimmten Tageszeiten über Jahrzehnte zur Unterstützung der Seefahrt bestimmte Zeitzeichen ausgestrahlt. Die Zeit des Chronometers ging zu Ende. Funkmessverfahren wie LORAN oder DECCA erlaubten seit den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts eine gute Standortbestimmung auf See. Heute kann man mittels DGPS (Differential Global Positioning System) mit Verfahren der Satellitennavigation auf jedem Teil der Ozeane den Schiffsort mit einer Genauigkeit von 10 m bestimmen, dies entspricht einem Bruchteil der Länge vieler Schiffe. Satellitennavigation und elektronische Seekarte sind heute auf allen Seeschiffen Standard, Sextanten und Chronometer gehören zur musealen Vergangenheit der Seefahrt, sie sind heute begehrte Nautiquitäten.

3. HUMBOLDTs Uhren

HUMBOLDT hatte eine besondere Vorliebe für das Meer und wohl auch ein besonderes Verhältnis zu Uhren. Er kannte sich hierin gut aus. Wir können über seine Zeitmesser einiges in Erfahrung bringen. Er besaß neben der Seeuhr von Louis BERTHOUD später auch andere Uhren, u. a. einen bemerkenswerten Chronometer, der 1828 von Heinrich Johannes KESSELS (1781–1849) in Altona gefertigt wurde. Es war ein Geschenk des dänischen Königs Frederik VI., der es HUMBOLDT nach Rücksprache mit dem mit HUMBOLDT befreundeten Direktor der „dänischen“ Sternwarte in Altona, Heinrich Christian SCHUMACHER (1780–1850), in Berlin überreichen ließ. Der Dänenkönig hatte HUMBOLDT vorher nach seinen Wünschen befragt, und dieser erbat sich wegen seiner schlechter gewordenen Augen eine Uhr mit besonders großem Sekundenblatt (vgl. BIERMANN 1979). HUMBOLDT bedankte sich kurz danach mit voller Begeisterung für das noch erhaltene Präzisionsinstrument, das er aber nie mehr auf Reisen einsetzen sollte. In einem Brief nach Altona schrieb HUMBOLDT aus Potsdam am 25. Mai 1828 hierzu:

Da Sie Offenheit mir zum Gebote machen, so sage ich Ihnen gern, daß ich einen Taschenchronometer vorziehe. Mein König hat mir vor kurzem auch einen von Mellinger aus Berlin geschenkt, aber ein solcher Berliner Taschen-Chronometer ist ein bloßer Versuch. Er ist bei beträchtlichen Temperaturveränderungen von sehr schlechtem Gang, und ich weiß, wie vortrefflich die Kesselschen Taschen-Chronometer sind. Meine einzige Bitte geht dahin, daß meiner alternden Augen wegen die Secunden-Abtheilung etwas groß sei. Den Secundenzeiger der Breguetischen Taschenchronometer finde ich unerträglich klein, und der Chronometer von Louis Berthoud, dessen ich mich auf der amerikanischen Reise bediente, mit emaillenen (nicht metallischen) Ziffernblatt und großen Secunden-Zeiger war mir sehr angenehm. (BIERMANN 1979, S. 30)

Und HUMBOLDT fügt eine weitere Eigenschaft dieser Uhr an: „Lieben Sie nicht auch, daß das Gehäuse so verschlossen werde von dem Künstler selbst, daß es nur durch mehrere Schrauben zu öffnen sei. Man geräth dann nie in Versuchung, zu öffnen, und eine so dichte Verschließung ist eine große Sicherheit gegen den Staub“. Im übrigen sind die beiden Taschenchronometer von BERTHOUD und SEYFFERT zusammen mit den anderen wichtigen Instrumenten HUMBOLDTs auf dem berühmten Gemälde von Eduard ENDER „Alexander von Humboldt und Aimé Bonpland im Urwald“ (1856) abgebildet. Die Uhren liegen mit Ketten am Gürtel neben dem Strohhut am Boden der Urwaldhütte nahe HUMBOLDTs linken Fuß. Es ist aber sehr unwahrscheinlich, daß HUMBOLDT die Uhren so achtlos auf den Boden geworfen hat.

In einem weiteren Brief an SCHUMACHER aus Potsdam vom 23. August 1830 bedankte sich HUMBOLDT dann zwei Jahre später (nach BIERMANN 1979, S. 43) für die „zuvorkommende Gewogenheit“, „mit der Sie mir einen Ihrer schönsten Chronometer bis an die chinesische Dzungarie zu tragen erlaubten [...] Das herrliche, bewunderte Werk Kessels ist in meinen Händen“.

Der Altonaer Feinmechaniker und Uhrmacher Heinrich Johannes KESSELS unterhielt später eine Filiale in London. Nach BERGHAUS (1837) fuhren die Schiffe der Preußischen Seehandlungsgesellschaft „Mentor“ (1823) und „Prinzeß Louise“ (1827) mit KESSELS-Chronometern. Für seinen Physikalischen Atlas und den Preußischen Seeatlas analysierte er die Schiffsjournale zur Ermittlung der Meeresströmungen und benutzte hierfür auch hydrographische Manuskriptvorlagen von HUMBOLDT. BERGHAUS führte mit Recht aus:

Obschon die Strömungen des Oceans einen der wichtigsten Theile der Hydrographie bilden, so ist es doch [...] erst seit Einführung der Kronometer und der Vervollkommnung

astronomischer Beobachtungen zur Bestimmung der Meereslänge gelungen, sich einen richtigen Begriff von ihrer Richtung und Kraft zu verschaffen. Konnte auch vor Erfindung der Zeithalter die Abweichung [...] durch Vergleichung der aus der Schiffsrechnung und der unmittelbaren Beobachtung hervorgehenden Breite gefunden werden [...]. (BERGHAUS 1837, S. 292)

HUMBOLDT unterstützte die Handelsfahrten durch wissenschaftliche Ratschläge zur Instrumentenführung und Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen.

Etwa gleichzeitig gab es noch eine weitere eher marginale Beziehung HUMBOLDTs zu KESSELS' Chronometern, die hier der Vollständigkeit halber angemerkt wird. Neben den Engländern, Franzosen und (eher minimal) den Preußen und deutschen Hansestädten war das Zarenreich an eigenen überseeischen Entdeckungs- und Handelsfahrten interessiert. Also brauchte man in St. Petersburg ebenfalls unbedingt gute Chronometer. Im Mai 1833 führte man unter Leitung von Generalleutnant von Theodor Friedrich SCHUBERT (1789–1865) in der Ostsee eine Expedition mit einem Dampfboot zur Erprobung von 40 Chronometern durch, darunter einige von KESSELS', aber auch „wohl einige auf Krücken“ (so HUMBOLDT an SCHUMACHER in einem Brief vom 20. April 1833, BIERMANN 1979, S. 25, vgl. ENGELMANN 1970). HUMBOLDT der Seefahrer schaltete sich ein und vermittelte in Berlin eine geodätisch-astronomische Beteiligung Preußens an der Küste von Pommern.

HUMBOLDT schrieb am 12. April 1829 an SCHUMACHER:

Ein gestern aus St. Petersburg eingetroffener Kurier [...] zwingt mich, in einer Stunde nach Rußland aufzubrechen. Ich habe nur noch Zeit, mein achtbarer Freund, Ihnen die Versicherung meiner lebhaften Erkenntlichkeit darzubringen und Ihnen zu sagen, daß die zwei Uhren glücklich angekommen sind, ich jedoch nur die herrliche Uhr von Earnshaw mitnehme. Da mir mein Bruder (= Wilhelm von Humboldt) unterdessen sein Chronometer von Breguet geliehen hat, lasse ich die Uhr zum Punktieren, die einer Gefahr aussetzen ich mich fürchten würde, in den Händen von Encke. (BIERMANN 1979, S. 42)

Kurz vorher war er von seiner letzten großen Expedition nach Sibirien und Zentralasien zurückgekehrt. Hierfür hatte ihm SCHUMACHER zwei Chronometer ausgeliehen. Im hölzernen Chronometerkästchen ist ein eingeklebter Zettel erhalten geblieben mit folgendem Wortlaut: „Chronometer des Königs v. Dänemark, der mir gehört u. auf der Sternwarte bei Prof. Encke liegt. A. v. Humboldt“. Dieser Zeitmesser mit der Seriennummer 1289 ist noch erhalten (vgl. Abb. in KRÄTZ 1997, S. 65, Abb. 2).

In dem 1814 in französischer Sprache als Teil des umfangreichen Reisewerks erschienenen Bericht „Relation historique“ findet sich eine Auflistung der wichtigsten von HUMBOLDT mit an Bord der „Pizarro“ auf die Reise über den Atlantik genommenen Instrumente (vgl. auch SEEBERGER 1999, mit Abb. eines Taschenchronometers von Ferdinand BERTHOUD, 1799 in Paris gefertigt, mit Zusatz: „Humboldt führte ein ähnliches Instrument von dessem Neffen, Louis Berthoud, mit sich“, s. Abb. 1 unten).

In der „Relation historique“ (1814, S. 57f.) führt HUMBOLDT auf: „Eine Uhr zur Bestimmung der Länge von Louis Berthoud Nr. 27, die dem berühmten Borda gehört hat. Ich habe die Details über ihre Funktionsweise in der Einführung meiner ‚Recueil d'observations astronomique‘ publiziert.“



Chronometer von Ferdinand Berthoud,
Paris 1799. (Die Längenuhr von Louis
Berthoud war von ähnlicher Bauart)
(aus: SEEBERGER 1999)

Ferner hatte HUMBOLDT „ein Halb-Chronometer von Seyffert zum Transport der Zeit in kurzen Zeitintervallen“ im Reisegepäck, es diente insbesondere zur Längenbestimmung durch Zeitmessung bei kürzeren und beschwerlichen Ausflügen, wenn es nicht unbedingt notwendig war, die sehr präzise, empfindliche und sehr teure BORDA-Uhr mitzuführen (SEEBERGER 1999, S. 59). Diese instrumentenkundlichen Details fehlen leider in der gekürzten von HUMBOLDT autorisierten deutschen Übersetzung durch H. HAUFF (Bd. 1, 1861, S. 25). Hier ist nur von der Positionsbestimmung zahlreicher Punkte durch rein chronometrische Mittel die Rede. Auch über diese Uhr kann er interessanterweise noch Zeitzeugnisse beibringen: BECK (1961, S. 280, Fußnote 274) fand in der Sammlung DARMSTAEDTER in Marburg eine Auflistung der mitgeführten Instrumente, die HUMBOLDT mit eigener Hand während der Reise 1803/04 in Mexico-Stadt zusammenstellte. Unter Nr. 4 heißt es:

Une montre de Longitude de Seyffert ou Chronometre de poche d'après les principes de Madge avec les compensations de temperature. (Le boite n'est pas d'or comme dans tous les Time-Keeper de cette Classe. Cette montre vient d'être nettoyé il y a mois 280.

Die Instrumentenliste enthält auch Wertangaben in Piaster. Das unter Nr. 15 aufgeführte „Chronometre de L. Berthoud“ wird mit 800 Piaster als teuerstes Gerät aufgeführt, es wird ein nahezu dreifacher Preis genannt.

In einem weiteren (unvollständigen)

Verzeichnis der von Humboldt bei den Beobachtungen in Amerika angewandten Instrumente in der von Franz von Zach herausgegebenen „Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde“ (Bd. XXI) werden aufgelistet 5) eine Längen-Uhr von Louis Berthoud sowie 6) ein Vice-Taschenchronometer von Seyffert. (BECK 1959, S. 281)

Johann Heinrich SEYFFERT (1751–1818) war Uhrmacher und Mechaniker am Physikalisch-Mathematischen Salon in Dresden und arbeitete für dessen Inspektor Johann Gottfried KÖHLER (1745–1801), der HUMBOLDT auch ein Meßfernrohr mit Mikrometerschraube überließ und ihm auch Anweisungen zur Durchführung astronomischer Ortsbestimmung gab. In einem Brief von Franz Xavier Freiherr von ZACH (1754–1832), Astronom auf dem Seeberg bei Gotha an seinen Prager Kollegen Martin A. DAVID vom 21. August 1797 erfährt man, daß HUMBOLDT den Chronometer wohl in Dresden auf der Durchreise nach Wien erwarb.

Was des Herrn Seyfferts sogenannten Chronometer betrifft, so ist es wohl wahr, daß ich ihn in Gotha geprüft, aber auch gefunden habe, daß er nichts mehr, als eine höchst mittelmäßige Minutenuhr ist, solche Sprünge von denen Sie sprechen, hat diese Uhr auch in Gotha gemacht. Ich bedaure den Herrn von Humboldt sehr, wenn er glaubt, daß er einen Chronometer besitzt. Es ist nichts weniger als das vielmehr himmelweit davon entfernt. (zitiert bei BIERMANN 1990, S. 191)

HUMBOLDT wußte mithin sehr wohl um die Unzulänglichkeit dieses Chronometers und beschaffte sich deshalb in Paris ein besseres.

4. Paris 1798: HUMBOLDT im Umfeld französischer Seefahrer und seine Beziehung zu John-Charles de BORDA

Die vielfältige und intensive Zusammenarbeit HUMBOLDTs mit französischen Gelehrten wird meist auf seine Zeit in Paris 1804–1827 bezogen. Aber bereits vor der Amerika-Expedition von Ende April bis Ende Oktober 1798 knüpfte er zahlreiche wissenschaftliche Kontakte im Rahmen der Französischen Akademie (Institut de France), wo er mehrere vielbeachtete Vorlesungen hielt, die in den „Memoires“ veröffentlicht wurden. Er soll schon damals die „idée d'une physique du monde“ entwickelt haben, die in seinem Lebenswerk „Kosmos“ gipfelte.

In diesem Zusammenhang ist die bisher wenig bekannte Sonderbeziehung HUMBOLDTs zu BORDA zu stellen. Man plante eine erneute, fünfjährige wissenschaftliche Weltumsegelung unter der Führung von Louis Antoine Comte de BOUGAINVILLE (1729–1811), der 1766–1768 mit der „La Boudeuse“ in der Südsee war, 1791 Vize-Admiral wurde und 1796 zum Mitglied des Institut de France und des französischen Längengradbüros ernannt wurde. Diese französische Pazifik-Expedition war sehr erfolgreich. Als Naturwissenschaftler nahmen der Botaniker Philibert de COMMERSON und der Astronom VERON an der Fahrt teil.

HUMBOLDT lernte BOUGAINVILLE im Rahmen seiner vielfältigen wissenschaftlichen Kontakte in Paris kennen und wurde fest für den wissenschaftlichen Stab der Fahrt auf dem Schiff „Vulcan“ vorgesehen, ebenso der Arzt und Botaniker Aimé BONPLAND (1773–1858), der dann HUMBOLDTs Reisegefährte in Südamerika wurde. Wegen des hohen Alters BOUGAINVILLEs wurde die Expeditionsleitung aber an Thomas Nicolas BAUDIN (1754–1803) übergeben. Die Weltumsegelung wurde dann aber auf unbestimmte Zeit verschoben, und HUMBOLDT ging eigene Wege (Einzelheiten hierzu im Brief an K.L. WILLDENOW vom 20. April 1799 in Jugendbriefen, JAHN u. LANGE 1973, S. 661).

Die Reise unter dem Kommando von BAUDIN mit den Schiffen „Le Naturaliste“ und „Géograph“ fand dann im Auftrag NAPOLEONS 1800–1803 statt und verlief wenig glücklich. Sie führte in den Indischen Ozean und rund um Australien. Der Reisebericht wurde schließlich von dem mitfahrenden Naturforscher PERON verfasst (vgl. HUMBOLDT/BONPLANDT 1815, S. 365, Fußnote). HUMBOLDT hätte nur mit Geduld einige Monate in Paris weiterarbeiten sollen, dann wäre er mit den Franzosen in See gegangen.

Im Hafen von Toulon sah er BOUGAINVILLEs „La Boudeuse“ am 11. November 1798 segelfertig für eine kurze Konvoyfahrt im Mittelmeer liegen, und seit der Jugend gehegte Südseeträume lebten in ihm auf. In diesem wissenschaftlichen Umfeld und bei der Ergänzung seiner Instrumentenausrüstung in Paris muß HUMBOLDT auch de BORDA kennengelernt haben. HUMBOLDT wohnte in Paris im Hotel Boston, Rue du Colombier 7, und führte mit BORDA Messungen zur magneti-

schen Inklination auf dem Pariser Observatorium durch. Am 30. Juni fanden sich auch andere Gelehrte zur Fortsetzung der Messungen ein, wie der Physiker Jean-Claude DELAMÉTHÉRIE, der Astronom Alexis BOUVARD, der Mineraloge Louis-Benjamin Fluxian de BELLEVUE und der Meteorologe Louis COTTE (BIERMANN, JAHN, LANGE 1983, S. 25).

Alexander von HUMBOLDT besaß also eine recht berühmte Längenuhr, denn sie war aus dem Bestand von Jean-Charles de BORDA (1733–1799). Dieser war zunächst Schiffbauingenieur und mit den Problemen der Längenbestimmung auf See einschlägig vertraut. Er unternahm 1771 auf der französischen Fregatte „La Flora“ unter dem Kommando von Verdun de la CRENNE im Auftrag der Académie des Sciences eine Seereise zu den Azoren, Kapverden und Kanaren sowie an die Westküste Nordafrikas, um die Ganggenauigkeit und Seetauglichkeit verschiedener Längenuhren von LE ROY und BERTHOUD zu prüfen. HUMBOLDT bezieht sich mehrfach auf diese Expedition und ihre wissenschaftlichen Ergebnisse (HUMBOLDT/BONPLANDT 1815, S. 112, 127, 131, 310). 1776 kommandierte BORDA die „Boussole“ auf einer Mission zur exakten Längenbestimmung der Kanarischen Inseln und traf dort James COOK auf dessen Ausfahrt zu seiner dritten und letzten Reise in den Pazifik.

BORDA wurde 1783 Direktor der Schiffbauschule und wurde 1790 in die Kommission zur Einführung des metrischen Systems in Frankreich aufgenommen. Er verfaßte zahlreiche Beiträge zu geophysikalischen und geodätischen Fragen und arbeitete an der berühmten Vermessung des Meridians von Paris zwischen Dünkirchen und Barcelona mit. Er gilt auch als Erfinder des Reptionskreises (vgl. FAAK 2000, S. 554).

Die BORDA-Expedition zu den Kanaren wird in HUMBOLDTs Schriften häufiger erwähnt, hauptsächlich aber in Zusammenhang mit geomagnetischen Messungen. So heißt es im „Kosmos“:

Inclinations-Beobachtungen wurden nur in einigen Hauptstädten des westlichen und südlichen Europas angestellt, und die ebenfalls in Raum und Zeit veränderliche Intensität der magnetischen Erdkraft ist zwar von Graham zu London (1723) durch die Oszillation einer Magnetnadel zu messen versucht worden, aber nach dem resultatlosen Unternehmen von Borda auf seiner letzten Reise nach den canarischen Inseln (1776) ist es erst Lamanon (1785) in La Perouse's Expedition geglückt, die Intensität in verschiedenen Erdzonen mit einander zu vergleichen. (Bd. II, S. 374)

Ferner wird auf die „große Vervollkommnung der Instrumente und Methoden durch Borda, Kater und Bessel“ bei geodätischen Pendelversuchen hingewiesen (Kosmos, Bd. VI, S. 26).

HUMBOLDTs berühmte Beschreibung der Insel Teneriffa, die für ihn eine erste „Neue Welt“ im Kleinen war, enthält mehrere Verweise auf BORDAs geodätische, trigonometrische und barometrische Beobachtungen. Auf der Kanareninsel folgte HUMBOLDT auch bei der Besteigung des Pic de Teide auf BORDAs Spuren. Der Zeitmesser war natürlich auch bei dieser Exkursion dabei:

Ich wünschte in so bedeutender Höhe wie die, welche wir am Pik von Teneriffa erreicht hatten, den Moment des Sonnenaufgangs genau zu beobachten. Kein mit Instrumenten versehener Reisender hatte noch eine solche Beobachtung angestellt. Ich hatte ein Fernrohr und einen Chronometer, dessen Gang mir sehr genau bekannt war. Der Himmelsstrich, wo die Sonnenscheibe erscheinen sollte, war dunstfrei. Wir sahen den obersten Rand um 4 Uhr 48'5" wahre Zeit [...]. (vgl. GEBAUER 1988, S. 49)

So verdichtet sich HUMBOLDTs intensive wissenschaftliche Beziehung zu BORDA erneut während der denkwürdigen Woche auf Teneriffa. Hier erfuhr er vom Tode seines Pariser Mentors.

Auch der bereits erwähnte Kapitän BAUDIN war zwei Jahre vor HUMBOLDT auf Teneriffa gewesen, und zwar im Zusammenhang einer wissenschaftlich begründeten Reise nach den Antillen. Er hatte die Aufgabe, unter Aufsicht des Botanikers LEGROS tropische Pflanzen nach Europa zu überführen. LEGROS blieb dann aber, wie HUMBOLDT in seiner Reisebeschreibung ausführt, nach einem Sturm auf der Rückseite auf Teneriffa und wurde Leiter des berühmten, 1795 gegründeten Botanischen Gartens von Orotava (Jardin de Aclimatación nahe dem Hafen Puerto de la Cruz), in dem tropische Pflanzen akklimatisiert werden sollten. HUMBOLDT beschrieb den heute noch im Ortsteil von La Paz bestehenden Jardin d'Acclimatación in einiger Ausführlichkeit und lobte aus der Sicht der angewandten Pflanzengeographie dessen Aufgabe.

LEGROS war selbst dann französischer Vizekonsul auf Teneriffa und führte HUMBOLDT am 20.–21. Juni 1799 auf den 3718 m hohen Pic de Teide. Er galt als naturhistorischer Experte für die Kanareninsel. BAUDIN war Ende Dezember 1797 bei seiner Besteigung des Gipfels in Begleitung von einheimischen Führern und mehreren französischen Naturforschern (darunter auch LEGROS) beinahe abgestürzt und ums Leben gekommen.

HUMBOLDT war wie BORDA ein leidenschaftlicher Geomagnetiker. Auf diesem Gebiet hat HUMBOLDT in Fortführung der Arbeiten des von ihm sehr geschätzten französischen Gelehrten eindeutig auch einen eigenen Forschungsbeitrag geleistet. Hierzu schreibt er selbst 1858:

Die Einsicht in die Intensitäts-Verschiedenheit der magnetischen Erdkraft an verschiedenen Punkten der Erde, durch die Schwankungen einer senkrechten Nadel im magnetischen Meridian gemessen, verdankt die Wissenschaft allein dem Scharfsinn des Chevalier Borda: nicht durch eigene geglückte Versuche, sondern durch Gedankenverbindung und beharrlichen Einfluß auf Reisende, die sich zu fernen Expeditionen rüsteten [...] Das Gesetz selbst hat, wie ich glaube mir schmeicheln zu dürfen, erst in der Wissenschaft Leben gewonnen durch die Veröffentlichung meiner Beobachtungen von 1798 bis 1804 im südlichen Frankreich, in Spanien, auf den canarischen Inseln, in dem Inneren des tropischen Amerika's (nördlich und südlich vom Äquator), in dem atlantischen Ocean und der Südsee. (Kosmos, Bd. IV, S. 60 f.)

Und die Beziehung HUMBOLDTs zu BORDA geht noch weiter, beide kannten sich gut aus der Zeit vor HUMBOLDTs Ausreise nach Amerika. Im „Kosmos“ (1858, Bd. IV, S. 86) sind häufige persönliche Unterredungen beider Gelehrten belegt. BORDA gab auch Anregungen zu HUMBOLDTs Meßprogramm: „Die ersten veröffentlichten Intensitäts-Beobachtungen, ebenfalls auf Borda's Aufforderung angestellt, sind die meiner Reise nach den Tropenländern des Neuen Continents von den Jahren 1799–1804.“

BORDA verstarb in dem Jahr, als HUMBOLDT seine Reise über den Atlantik nach Südamerika antrat. Seine Anregungen und Ideen nahm HUMBOLDT mit, ebenfalls seine Uhr. Wie HUMBOLDT in ihren Besitz gekommen ist, wissen wir nicht. BORDA hat ihm kurz vor seinem Tod den tragbaren Chronometer der Marke Louis BERTHOUD, Bau-Nummer 27, entweder geschenkt, verkauft oder in sonst einer Form überlassen. Vielleicht hat HUMBOLDT den See-Chronometer auch über Dritte erhalten. Wir wissen aus einem Brief von HUMBOLDT an Karl-Ludwig WILLDENOW (1765–1812) vom 20. April 1799, daß er als wissenschaftliches Mitglied der geplanten BOUGAINVILLE-Expedition um die Welt auf der Korvette „Vulcan“ vorgesehen war. „Alle National-Sammlungen wurden mir geöffnet, um von Instrumenten zu sammeln, was ich wollte. Bei der Wahl der Na-

turalisten, bei allem, was die Ausrüstung betraf, wurde ich gefragt [...]“ (JAHN und LANGE 1973, S. 661). In diesem Falle wäre die Uhr als eine Leihgabe zu betrachten.

Möglicherweise hat HUMBOLDT diese kostbare Uhr nach seiner Rückkehr aus Amerika wieder beim Dépôt de la Marine abgegeben. Wie später ausgeführt, erhielt HUMBOLDT vom Pariser Bureau des Longitudes auch einen BORDAschen Inklinationscompass für seine Reise „abgetreten“.

Der berühmte BORDAsche Inklinationskompaß von HUMBOLDT hatte ebenfalls mit den großen französischen Entdeckungsexpeditionen in der Südsee im 19. Jh. zu tun. „Ein Inclinomter von 12 Zoll Durchmesser, von Le Noir nach dem Prinzip von Borda konstruiert. Dieses Instrument ist von perfekter Qualität und wurde mir vom Bureau des Longitudes de France bei meiner Abreise überlassen. Es ist im Reisebericht von M. Entrecasteaux abgebildet [...]“ (vgl. SEEBERGER 1999, S. 59). Die Expedition von Joseph Antoine Bruni d'ENTRECASTREAU (1739–1793) führte in Begleitung des HUMBOLDT persönlich bekannten Naturforschers LABILLARDIERE 1791–1793 auf der Suche nach dem in den Weiten des Pazifiks 1788 verschollenen Seefahrer Jean François de la PEROUSE (1741–1788) zu den Tonga-Inseln, den Salomonen, Neukaledonien und Neuguinea.

Jedenfalls hat HUMBOLDT gerade an dem Zeitinstrument von BORDA liebevoll geachtet und es immer wieder für nautische Zwecke und zur astronomischen Ortsbestimmung benutzt. Wahrscheinlich war es eine der Seeuhren, die BORDA selbst auf seiner erwähnten Kanaren-Fahrt 1776 auf Seetauglichkeit für die französische Marine prüfen sollte. Man kann davon ausgehen, daß er mit einiger Sicherheit nach der See-Erprobung das beste der präzisen Vergleichsgeräte für sich behielt. Insofern ist die Längenuhr von HUMBOLDT hinsichtlich ihrer Vorgeschichte wissenschaftsgeschichtlich schon etwas besonderes.

Auch später hat HUMBOLDT mit Unterlagen von BORDA gearbeitet.

In einem Manuscripte von Borda über seine Expedition nach den canarischen Inseln im Jahre 1776, welches in Paris im Dépôt de la Marine aufbewahrt wird und dessen Mittheilung ich dem Admiral Rosily verdanke, habe ich den Beweis aufgefunden, daß Borda den ersten Versuch gemacht, den Einfluß einer großen Höhe auf die Inclination zu untersuchen. (Kosmos, 1858, Bd. IV, S. 112)

Es bleibt anzumerken, daß alle routinemäßig auf Land und zur See durchgeführten magnetischen Messungen HUMBOLDTs mit exakten Zeit- und Längenangaben erfolgten.

Im großen Zusammenhang kann man wohl feststellen: Die Babylonier brachten in alter Zeit dem Menschen die Zeit und ihre Gliederung. Der französische Seefahrer und Geodät BORDA gab durch seine einflußreiche Stimme in der Längenkommision der Welt das revolutionäre, heute allgegenwärtige metrische System (1 Meter = millionster Teil eines Erdquadranten), und HUMBOLDT führte viele Bereiche der Naturwissenschaften mit seinem vernetzten Denken auf empirischer Grundlage in die Moderne. Eigene Messungen waren hierfür die Grundlage, zum Beispiel der Zeit – mit BORDAs Uhr.

5. Die BERTHOUDs und andere Chronometermacher

Die BERTHOUDs waren eine Schweizer Uhrmacherfamilie. Das von HUMBOLDT genutzte Gerät mit der Seriennummer 27 war älter als die bei SEEBERGER 1999 im Ausstellungskatalog abgebildete Uhr (Baujahr 1799), aber wohl ähnlich und mit einem großen Sekundenziffernblatt und einer dezentralen Stunden- und Minutenanzeige versehen. Es ist nicht überliefert, aber auch nicht auszuschließen, daß HUMBOLDT den Erbauer seiner Uhr vor seiner Ausreise oder nach seiner Rückkehr in Paris persönlich kennengelernt hat. Man kann sich aber gut vorstellen, daß HUMBOLDT ihm die Uhr nach fünfjährigem Übersee-Einsatz zur Wartung und Pflege für einige Zeit in dessen Werkstatt überlassen hat, da er nachweislich Kontakte zu französischen Marinebehörden pflegte. Für diese arbeitete der Uhrmacher mit dem Auftrag, die Flotte mit präzisen Chronometern auszurüsten.

Louis BERTHOUD wurde 1753 in Neuchâtel geboren und starb 1813 in Argenteuil. Er wurde in der Werkstatt seines Onkels in Paris ausgebildet und übernahm diese nach dessen Tod. 1804 beteiligte er sich an der Gründung der ersten Uhrmacherschule in Paris. Louis BERTHOUD fertigte viele ausgezeichnete Marine- und Taschenchronometer (v. OSTERHAUSEN 1999, S. 35).

HUMBOLDTs Chronometer muß einer der ersten Zeitmesser aus der Fertigung dieses Meisters gewesen sein, denn seine von BORDA überlassene Uhr war signiert mit der Baunummer 27. In dem Standardwerk über Taschenuhren von MEIS (1999, S. 234, Nr. 541) ist ein Taschenchronometer von Louis BERTHOUD mit der Nr. 2320, Paris um 1813, abgebildet und beschrieben. Eine so große Stückzahl kann aber unmöglich von einem einzelnen Uhrmacher zusammgebaut werden, und es ist davon auszugehen, daß die Modelle, wie im Schweizer Uhrengebiet um den Ort Le Locle, der berühmt für seine Präzisionschronometer wurde, in einem arbeitstätigen Produktionssystem unter Einbeziehung von mehreren kleinen Handwerksbetrieben oder Heimwerkstätten gefertigt wurden (vgl. v. OSTERHAUSEN 2000, S. 19).

Jedenfalls waren die für die französische Marine ausgelieferten Längenuhren dieser Provenienz berühmt und auch in England, dem klassischen Land der Marinechronometer, anerkannt.

Für die französische Marine arbeitete bereits der Onkel von Louis, Ferdinand BERTHOUD, der 1727 in der Nähe von Neuchâtel in der Schweiz geboren wurde und von 1745 bis zu seinem Lebensende 1807 in Paris lebte. F. BERTHOUD gelang mit der Erfindung der Chronometerhemmung eine wesentliche Verbesserung der Ganggenauigkeit der von Pierre LE ROY gefertigten französischen Seeuhren, wofür er in das Institute de France und die Royal Society in London aufgenommen wurde, eine sehr große Ehrung für einen Handwerker. Auch HARRISON wurde die letztgenannte Auszeichnung in London schließlich zuteil.

In Callwey's Uhren Lexikon (v. OSTERHAUSEN 1999, S. 35) findet sich u. a. auch eine nähere Würdigung von Ferdinand BERTHOUD als bedeutender Chronometermacher und -pionier. Er lernte das Uhrmacherhandwerk bei seinem Bruder und bei VAUCHET in Fleurier. 1745 ging er nach Paris und arbeitete wahrscheinlich bei Julien Le Roy. Er wurde 1745 Meister. Bereits seit 1756 spezialisierte er sich auf den Bau von Präzisionsuhren und entwickelte um 1771 eigenständig die Chronometerhemmung mit Wippe und Federaufzug. Ein Jahr zuvor wurde er zum „Horloger mécanicien du Roi et de la Marine“ ernannt. 1763 und 1766 wurde er nach England geschickt, um die Geheimnisse der HARRISON-Uhr H4 zu erkunden.

Ferdinand BERTHOUD schrieb auch mehrere wissenschaftlich-technische Abhandlungen (Essai sur l'horlogerie 1786, Traite des horloges marines 1773, Histoire de la mesure du temps par les horloges (2 Bde. 1802).

Insgesamt erscheint nach dieser Kurzbiographie das Werk von F. BERTHOUD nach seiner Herkunft, seiner Ausbildung und innovativen Ausrichtung eigentlich überzeugender als die Leistung von dem Quereinsteiger John HARRISON in England. Der Erfolg war auch größer, wenn die „Marke“ auch heute nicht mehr existiert. Beispielhaft sei nur auf die bei OSTERHAUSEN (1999, S. 35) abgebildete Astronomische Taschenuhr Nr. 3 verwiesen, die von BERTHOUD konstruiert und 1806 von Jean MARTIN gebaut wurde (ähnlich wie Abb. 1 zu diesem Beitrag vom gleichen Hersteller).

ANDREWES kommt im Textteil zu den hervorragend ausgewählten Abbildungen zu SOBEL/ANDREWES (2000, S. 186–187) zu einer ähnlichen Bewertung. Er bezeichnet Ferdinand BERTHOUD als „einen der profiliertesten Uhrmacher und horologischen Autoren aller Zeiten“, der bei der Entwicklung der Chronometer mit führend war. Sein Werk zeichne sich aber durch eine zu große Zahl von verschiedenen Entwürfen aus, ohne zu einem fundamentalen Durchbruch zu kommen. Er soll selbst etwa 70 Schiffsuhren hergestellt haben, weitere wurden nach seinen Planvorlagen gefertigt von anderen Handwerkern.

ANDREWES, der als Kurator für historische wissenschaftliche Instrumente der Harvard University 1992 das Symposium „Longitude“ in Cambridge (Mass.) organisierte, gilt als Experte auf diesem Gebiet (vgl. ANDREWES 1996).

Hier seien einige Anmerkungen zur früheren Entwicklung der noch heute führenden Uhrenproduktion der Schweiz angeführt. Sie geht zurück auf den Gewerbefleiß und den Geschäftssinn einiger Hugenottenfamilien, die aus Frankreich vertrieben wurden und sich in Genf niederließen. Sie organisierten die Produktion ab etwa 1700 im Fabrique-System, wobei reisende Etablisseeur Handwerksbetriebe im Bereich Neuchâtel und bald im gesamten Schweizer Jura einbezogen. In Le Locle, dem Zentrum für Präzisionstaschenuhren war seinerzeit die Hälfte der berufstätigen Bevölkerung in dieser Branche tätig. In der französischsprachigen Schweiz gab es damals sieben Uhrmacherschulen und sogar zwei Observatorien zur astronomischen Kontrolle der Uhren (v. OSTERHAUSEN 2000, S. 19).

Ferdinand BERTHOUD und sein Neffe Louis sind nur deswegen in der Geschichte der Nautik gegenüber dem Autodidakten und zunftfremden John HARRISON (ursprünglich war er Schreiner) aus der Gegend von York weniger bekannt, weil unser maritimes Weltbild eben hauptsächlich angelsächsisch geprägt ist. Aus dem gleichen Grunde werden die Beiträge von FORSTER, HUMBOLDT und anderen frühen Reisenden aus Deutschland und besonders auch aus Frankreich zum Fortschritt der Meereskunde bis heute weniger in der internationalen Fachwelt wahrgenommen (vgl. DEACON 1971 und 1997). Dies betrifft auch die Entwicklung von nautischen Chronometern in Frankreich und ihre See-Erprobungen.

Es war kein geringerer als der uns heute eigentlich nur noch durch seine Science Fiction-Romane gegenwärtige Jules VERNE (1828–1905), der im Rahmen eines seiner vielen populärwissenschaftlichen, aber fundierten Sachbücher zur Entdeckungsgeschichte einen gut lesbaren Überblick über die französischen „Uhren-Reisen“ gab, wobei er sich auf die Original-Berichte über diese Erprobungsfahrten stützte (in: Die großen Seefahrer des 18. Jahrhunderts, 1984, Bd. 2, S. 36–41). Diese Zusammenhänge sind heute weitgehend in Vergessenheit geraten. Da so-

wohl BERTHOUD als auch BORDA hierbei involviert waren, sei folgendes zur Vorgeschichte von HUMBOLDTs Chronometer angemerkt:

VERNE bezieht sich auf den Bericht von Verdun de la CRENNE von 1778 und erklärt das nautische Problem, die Länge durch von dem Zustand des Meeres und jedem Wechsel der Temperatur unabhängige isochrone Uhren zu lösen. Hieran arbeiteten Mitte des 18. Jhds. SULLY, HARRISON, DUTERTE, GALLONDE, RIVAS, LE ROY und Ferdinand BERTHOUD. Auch in Frankreich wurden Preise für die Entwicklung einer zuverlässigen und ganggenauen Seeuhr angesetzt. Im Rahmen des ersten von der Akademie der Wissenschaften in Paris veranstalteten förmlichen Preisausschreibens lieferte LE ROY 1765 zwei Chronometer ab, die nach astronomischer Überprüfung tadellos funktionierten. Die See-Erprobung erfolgte auf einer längeren Reise auf der französischen Fregatte „L'Enjouée“, die von Le Havre über St. Pierre, Neufundland, und Sale in Afrika sowie Cadiz zurück nach Brest ging und 4 1/2 Monate dauerte. Die Seeuhren funktionierten gut und LE ROY erhielt den Preis. 1771 wurde das Preisausschreiben der Akademie in Paris wiederholt. 1773 wurde das Preisgeld sogar verdoppelt. Auch andere Uhrmacher sollten nun ihre Chance erhalten.

Bereits Ende 1768 hatte der mit F. BERTHOUD und BORDA gut bekannte Claret de FLEURIEU im Hafen von Rochefort die 18-Kanonen-Fregatte „Isis“ übernommen, die mit einer Uhr von F. BERTHOUD im November 1768 zu einer einjährigen Vermessungs- und Chronometerreise über Cadiz, die Kanarischen Inseln, zu den Kapverden nach Martinique und Neufundland aufbrach. Mit den neuen Seeuhren wurden wichtige Korrekturen auf den französischen Seekarten durchgeführt und viele Längenfehler auf der Karte des Geographen BELLINs festgestellt. Auf der Fahrt hatte der Kapitän die Prüfung des Chronometers wegen seiner Freundschaft zu BERTHOUD einem seiner Offiziere überlassen. Gerade diese Fahrt macht den engen Zusammenhang von Marinechronometern und Seevermessung deutlich, den wir auch bei HUMBOLDTs eigenen Arbeiten auf See noch kennenlernen werden. HUMBOLDT kannte sich in der zeitgenössischen französischen Reiseliteratur gut aus und nimmt insbesondere auf FLEURIEUs Bericht „Voyage fait par ordre du roi en 1768 et 1769 pour éprouver les horloges marines“ mehrfach Bezug (HUMBOLDT/BONPLANDT 1815, S. 104, ferner S. 82, 85, 115, 128, 132 u. a.).

Bisher wurden die Seeuhren von LE ROY und F. BERTHOUD auf verschiedenen Reisen von unterschiedlichen Beobachtern getestet. Die erste gemeinsame Erprobung erfolgte dann unter Teilnahme von BORDA 1786 auf der Fregatte „La Flora“ unter Verdun de la CRENNE auf einer Reise von Brest nach Cadiz, Madeira, Teneriffa, Guadeloupe und anderen Antillen nach St. Pierre in Neufundland und Island zurück. Auch auf diese Vermessungsreise und den Bericht von BORDA („Voyage de la Flore“) bezieht sich HUMBOLDT mehrfach (HUMBOLDT/BONPLANDT 1815, S. 112, 127, 131 u. a.).

J. VERNE schließt seinen Überblick über diese französischen Vermessungsfahrten mit dem Zitat aus dem offiziellen Reisebericht der Fahrt auf der „Flora“.

Die Uhren bestanden die Probe sehr gut; sie hatten Hitze und Kälte, Unbeweglichkeit und Stöße ausgehalten; mit einem Worte, sie entsprachen den an sie gestellten Erwartungen, verdienten also das volle Vertrauen der Seefahrer und eignen sich vortrefflich zur Bestimmung der geographischen Länge auf offenem Meere. (VERNE, 1984, Bd. 2, S. 40–41)

Übrigens: VERNES fiktives Forschungs-U-Boot „Nautilus“ unter Kapitän Nemo verfügte selbstverständlich auch über Seeuhren im Instrumentenraum, allerdings stellte diese der Illustrator in seinem Holzstich als kompakte Wanduhren im Ambiente des Biedermeiers dar. Auf

HUMBOLDTs Werke wird in dem maritimen Bestseller „20 000 Meilen unter dem Meer“ verschiedentlich hingewiesen. VERNE hat in seiner unerschöpflichen Utopie viele technische Errungenschaften von heute vorweggenommen, aber sein „Nautilus“-Kapitän navigiert mit Sextant und Seeuhr, nicht mit Hilfe von Funkortung durch Satelliten.

In MEIS (1999, S. 288–244, Abb. 523, 569) sind in dessem Standardwerk „Taschenuhren“ unter dem Abschnitt Präzisionstaschenchronometer auch zwei von Louis BERTHOUD gefertigte abgebildet und erläutert (S. 234, Nr. 541: mit Serien-Nr. 2320, Baujahr 1813, und 542–43, Nr. 2390). Auch die englischen Konkurrenzzeugnisse von Thomas EARNSHAW (S. 230, Nr. 530) und besonders John Roger ARNOLD werden beschrieben.

Zur Definition sei noch angemerkt, daß aus einer Taschenuhr ein Taschenchronometer wird, wenn sie einen hochpräzisen Gang aufweist und diese Eigenschaft geprüft und mit einem entsprechenden Prüfzeugnis mit Korrekturangaben versehen wird. Die Größe des Zeitmessers spielt hierbei zunächst keine Rolle. Zumindest nach damaligem Sprachgebrauch war eine kardanische, die Schiffsbewegungen ausgleichende Anbringung in einem Mahagoni-Holzkasten und ein Durchmesser des Ziffernblattes von 10–15 cm nicht notwendig. Die HARRISON-Uhr „H 4“, die schließlich das Preisgeld des Board of Longitude erbrachte, war gegenüber den schweren und großdimensionierten „H 1“ und „H 3“ schon sehr miniaturisiert und hatte ein Ziffernblatt von nur etwa 10 cm Durchmesser. Es bleibt aber festzustellen, daß wir heute im Zeitalter der billigen Digital- und Quarzuhren mit fast derselben Zuverlässigkeit die feinmechanische Kunstfertigkeit der damaligen Uhrmacher nur bewundern können.

Alte klassischen Zeitmesser finden derzeit wieder ein hohes Interesse in Sammlerkreisen. Entsprechend vielseitig sind neuere Veröffentlichungen zu diesem Thema, auf die hier nur hingewiesen werden kann (EDER 1987, MEIS 1990, 1999, MIKLOSCH, 2001, v. OSTERHAUSEN 1999, 2000).

Es ist wohl die Freude an sicht- und hörbarer mechanischer Präzision, die heute im digitalen Zeitalter wieder Wertschätzung erlangt. Im Mittelpunkt des Interesses stehen dabei eindeutig klassische Marinechronometer und sog. Beobachtungstaschenuhren. Diese waren ursprünglich Taschenuhren für die Seefahrt, mit denen im Ausgangshafen die genaue Zeit von einer ortsfesten Präzisionsuhr zum Schiffschronometer transportiert wurde. Sie wurden auch für den Tagesbetrieb an Bord und für Landexkursionen verwendet und wurden täglich mit dem noch genauer gehenden Schiffschronometer verglichen (vgl. v. OSTERHAUSEN 2000, S. 139). Nach heutiger Definition war die oben bereits beschriebene SEYFFERTSche Uhr von HUMBOLDT ein derartiges Zeitmeßinstrument. Man erkennt diese Beobachtungsuhr an einer gesonderten Anzeige für die Aufzugspannung.

Ferdinand BERTHOUD tauchte 1763 unerwartet mit einer Gruppe führender französischer Horologen in London auf, nachdem sich in Frankreich herumgesprochen hatte, daß es den Engländern nach über Jahrzehnte laufender Bemühungen der Uhrmacherfamilie HARRISON offensichtlich endlich gelungen sei, das Längenproblem mit Präzisionschronometern zu lösen. Nun gewinnt die hier ausgeführte instrumentenkundliche und wissenschaftsgeschichtliche Betrachtung sogar eine spannende politische Dimension: Der Auftrag der Franzosen war klar: Spionage. Aber John HARRISON schöpfte Verdacht und wies die Besucher ab. „Der alte Uhrmacher, inzwischen verständlicherweise mißtrauisch, schickte die Franzosen fort und bat seine Landsleute, dafür Sorge zu tragen, daß niemand seine Erfindung plagiiere werde. Das Parlament bat er, ihm nochmals 5 000 Pfund zu bewilligen und sich nachdrücklich für den Schutz seiner Rechte einzusetzen [...]“, beschreibt SOBEL in ihrem Roman „Längengrad“ (1996, S. 165) diese kritische Situation.

Man vergesse nicht, es war die Zeit vor der Seeschlacht von Trafalgar (1805), die Britannien schließlich über 100 Jahre die unumstrittene Seeherrschaft auf allen Ozeanen brachte. Schließlich mußte man exakte Seekarten haben und genau wissen, wo man ist und wie man schnellstmöglich zu einem bestimmten Punkt kommt. Die britischen Präzisionschronometer waren Grundlage für alle Flotteneinsätze, als strategisch wichtige „Geheimwaffe“ durften sie keinesfalls in die Hände des Rivalen gelangen. Insofern ist die finanzielle und persönliche Auseinandersetzung des Board of Longitude mit Vater und Sohn HARRISON um die Zuerkennung des Preises auch aus heutiger Sicht mehr als unwürdig. Die HARRISONS hatten Gegenspieler und mächtige Feinde in englischen Astronomenkreisen, aber auch in Frankreich hatten die BERTHOUDs Konkurrenten. Es ist überliefert, daß Pierre LE ROY, dessen Vater Julien bereits wie er als „Königlicher Uhrmacher“ bestellt war, bereits 1738 in London war, um die erste HARRISON-Uhr „H1“ auszukundschaften, die bei dem Londoner Uhrmacher GRAHAM in dessen Geschäft längere Zeit öffentlich ausgestellt war.

England gilt als das Land der klassischen Marinechronometer. Zur Zeit von HUMBOLDTs Reise nach Amerika war die jahrzehntelange Entwicklung, wie sie von SOBEL/ANDREWES (2000) im einzelnen aufgezeigt wurde, im wesentlichen abgeschlossen. Ausgereifte und auf See erprobte „time keeper“ standen zur Verfügung. HUMBOLDT hielt viel von den Londoner Instrumentenmachern, hatte er doch in seiner Ausrüstung u. a. ein Teleskop von DOLLAND, einen Quadranten von John BIRD, einen Spiegelsextanten von Jesse RAMSDEN, einen Taschensexantanten von Edward TROUGHTON und insbesondere ein Reisethermometer und Barometer von CARY (vgl. SEEBERGER 1999). Umso erstaunlicher ist es, daß HUMBOLDT sich nicht auch einen englischen Präzisionszeitmesser beschaffte. Er führte auf seiner Reise mehrere Thermometer und Barometer verschiedener Hersteller mit sich, aber nur, von dem SEYFFERTSchen Halb-Chronometer abgesehen, eine präzise Längenuhr.

Die Entwicklung der englischen Seeuhren vollzog sich in einem nahezu 50jährigen Prozeß, der im wesentlichen mit den Namen des Chronometerpioniers John HARRISON (1693–1776) verbunden ist. 1714 hatte das britische Parlament in dem Act of Longitude die sehr hohe Geldsumme von 20 000 Pfund Sterling als Preis für denjenigen ausgelobt, der eine Uhr für die Marine entwickeln würde, mit der die geographische Länge chronometrisch auf einen halben Grad bestimmt werden kann. Dies bedeutet, daß die Uhr selbst nach einer sechswöchigen Reise in die Karibik nach Rückkehr nur um zwei Minuten von der mitgenommenen Zeit von Greenwich abweichen durfte, also um zwei Sekunden im täglichen Gang genau sein mußte.

Erst 1773 bekam der 80jährige HARRISON nach jahrzehntelanger Entwicklungsarbeit für seine „H4“ einen Teil des Preisgeldes. Diese hochgenaue Uhr wurde Grundlage der britischen Seeherrschaft. Wesentlich für die Fertigung war einmal die Verwendung von Bimetall zum Ausgleich von Temperaturunterschieden und zum anderen die gleichzeitig und unabhängig in England und Frankreich erfundene Chronometerhemmung. Hierdurch erst konnte die erforderliche Präzision erreicht werden.

Die vierte HARRISON-Uhr (H4) hatte 1761/62 auf einer 147tägigen Versuchsfahrt nach Jamaika und zurück nach England nur eine Minute und 54,5 Sekunden verloren. An der letzten Phase der Chronometerentwicklung in England war bereits der Sohn von John HARRISON, William, beteiligt.

Es ist hier nicht der Ort, die von SOBEL/ANDREWES (2000) in hervorragender Weise dargestellte Entwicklung der englischen „time-keeper“ nachzuzeichnen. Hier mögen einige wenige Anmerkungen genügen. Die praktische Taschenuhr-Lösung für präzise Chronometer deutete sich

bereits in einer 1753 von John JEFFREYS nach einer Vorlage von John HARRISON gefertigten Uhr mit Temperaturkompensation und einer Kraftreserve für die Zeit des täglichen Aufziehens an.

Die gegenüber ihren Vorgängermodellen überraschend kleine H4 wurde erstmals 1755 in einem Protokoll der Längenkommission in London erwähnt, war aber erst vier Jahre später fertig. Die See-Erprobung fand dann auf einer Fahrt nach Jamaika 1761/62 und auf einer zweiten 1764 nach Barbados statt. Die penibel durchgeführten astronomischen Kontrollen begannen damit, daß die Uhr vor der Ausreise exakt auf die Zeit des Meridians der Marineakademie in der britischen Flottenbasis Portsmouth eingestellt wurde. Die erste Testfahrt ergab, daß die H4 nach 147 Tagen auf See nur 1 Minute 54,5 Sekunden verlor; nach späteren Nachberechnungen von John's Sohn William HARRISON sogar auf der Hinfahrt von 81 Tagen nur 5,1 Sekunden. Auf der Barbados-Testfahrt mit der „Tartar“ unter Kapitän Sir John LINDSAY vom 28. März–31. August 1764 ergab das amtliche Prüfergebnis, daß diese berühmte Uhr in den 156 Tagen nur 54 Sekunden gewann, die Länge von Barbados wurde bis auf 10 Seemeilen genau gefunden.

Auf der ersten Reise (1768–1771) von James COOK (1728–1779) zur Untersuchung des Venus-Durchgangs auf Tahiti im Jahre 1769 verließ man sich nur auf die Methode der Mondstrecken und Jupitermond-Bedeckungen zur Ermittlung der geographischen Länge. Erst auf der zweiten Reise (1772–1775) wurden Chronometer getestet. An dieser Pazifikfahrt nahmen Reinhold und Georg FORSTER teil. An Bord der „Resolution“ wurden drei Uhren des Chronometermachers John ARNOLD sowie ein genauer Nachbau der H4 von Larcum KENDALL (genannt K1) mitgeführt. Nach den Eintragungen, die jeden Mittag von COOK in Gegenwart des begleitenden Astronomen William WALES beim Aufziehen der Uhren in das Prüfbuch erfolgten, war die K1 den Modellen von ARNOLD überlegen. WALES schrieb 1794 ein Buch mit dem Titel „The Method of Finding Longitude by Timekeepers“.

KENDALLs Uhren verhalfen dann den englischen Chronometern zum Durchbruch. Die zweite Uhr aus seiner Werkstatt, die K2 erlangte ebenfalls besonderen Ruhm: Sie wurde von Kapitän BLIGHT 1789 auf der „Bounty“ mitgeführt, verblieb nach der Meuterei aber an Bord und kam auf Umwegen von Pitcairn über einen amerikanischen Walfänger nach Chile und dann 1843 nach England zurück. Dieser elegante Taschenchronometer hatte eine große zentrale Sekundenanzeige und zwei kleinere dezentrale Anzeigen für Stunden und Minuten (Abb. in SOBEL/ANDREWES 2000, S. 188). HUMBOLDT hat übrigens Kapitän William BLIGHT (1754–1817) persönlich bei seinem ersten Besuch in England mit Georg FORSTER im Juni 1790 im Umfeld des englischen Naturforschers und Forschungsreisenden Sir Joseph BANKS (1743–1820) kennengelernt. Dieser hatte James COOK auf dessen ersten Reise nach Tahiti begleitet. HUMBOLDT schrieb am 27. Juni 1790 aus London an Paul USTERI lapidar „Ich habe den Blight hier öfter bei Banks gesprochen.“ (JAHN/LANGE 1973, S. 98). Die „wundersame Rettung des Lieutenant William Blight“ nach der Meuterei war damals Tagesgespräch in London. HUMBOLDT war bei seinen besonderen Interessen für Pflanzengeographie über die Hintergründe der „Bounty“-Reise wohl informiert: „Die Bounty wurde ausgeschiedt, um Brodbäume in der Südsee zu sammeln und sie nach Westindien zu bringen. Nie schien eine wohlthätige Absicht glücklicher erfüllt zu werden als diese. Mr. Blight, als er am 4. April 1789 von Otaheiti absegelte, hatte 1015 Brodbäume [...] am Borde.“ (JAHN/LANGE 1973, S. 97).

Wir sehen also, daß HUMBOLDT anfangs durchaus auch Kontakte zu englischen Marinekreisen und naturwissenschaftlich interessierten Seefahrern suchte und fand, Georg FORSTER war durch seine Teilnahme an der zweiten Reise von COOK der beste Vermittler. Später setzte er dann aber auf die französische „Karte“- und auch Chronometer.

Obwohl seine drei Seeuhren auf COOKs zweiter Reise weniger gut abschnitten, wurden die zahlreichen von John ARNOLD (1753–1799) gefertigten Chronometer (insgesamt sollen es über 1000 Stück gewesen sein) ab Baunummer 36 nach Verbesserungen in Uhrwerk und genauer Prüfungen auf der Sternwarte von Greenwich zum Standard, zumal die Produktionskosten und Bauzeit von ihm durch verbesserte Fertigungsmethoden erheblich gesenkt werden konnten.

Für die weitere Verbreitung von preisgünstigen Taschenchronometern sorgte in England auch Thomas EARNSHAW (1749–1829). Dieser Uhrmacher konnte seinerzeit den britischen Längengradpreis von 1774 leider nicht gewinnen, erst 1805 wurden ihm für seine Bemühungen mit Unterstützung des königlichen Astronomen Nevil MASKELYNE 3000 Pfund zugesprochen, eine gleichhohe Summe ging an die Erben von John ARNOLD.

Die soliden EARNSHAW-Uhren verbreiteten sich schnell in Kreisen der Schifffahrt. Sie kosteten nur noch 65 Guineen. Jetzt wurde eine Aufbewahrung in abschließbaren Holzkästchen bei kardanischer Aufhängig üblich.

HUMBOLDT benutzte, wie bereits erwähnt, einen EARNSHAW-Chronometer auf seiner Reise nach Sibirien 1829, neben einer BREGUET.

1860 verfügte die Britische Admiralität über 800 geeichte Chronometer zur nautischen Ausrüstung ihrer Flotte. Diese Zeitmesser waren Grundlage der hervorragenden englischen Seevermessung.

Die HARRISON-Uhren waren mithin Unikate und gelangten nie zur Serienreife. Sie begründeten aber die Fertigungen in den Werkstätten von John ARNOLD und Sohn Roger von Thomas EARNSHAW, der Gebrüder BROCKBANK und von Larcum KENDALL, um nur die wichtigsten Namen aufzuführen. Die englischen Präzisionschronometer wurden Grundlage der über 100 Jahre währenden englischen Seeherrschaft (nähere Einzelheiten bei SOBEL/ANDREWES 2000).

Immerhin, auch die Franzosen bauten schließlich durch die Einführung der Chronometerhemmung ausgezeichnete Chronometer und griffen hierbei auf das traditionsreiche Uhrmachergewerbe der westlichen Schweiz zurück. Hiervon profitierte, wie oben ausgeführt, auch HUMBOLDT. Er hatte zwar keine HARRISON, aber immerhin eine BERTHOUD. Allerdings erfahren wir in einer einleitenden Bemerkung zur berühmten Liste der physikalischen und astronomischen Instrumente, die HUMBOLDT seit 1797 für seine Reise gesammelt hatte, dass er sich ein englisches Chronometer nach Amerika nachschicken lassen wollte.

Ich verlangte vergeblich nach unserer Rückkehr vom Oronoco, dass man ihn [d.h. den meteorologischen Apparat, den HUMBOLDT in Marseille zurückgelassen hatte] mir nach der Havana schicke; weder dieser Apparat, noch die achromatischen Fernröhren und das Chronometer von Arnold, die ich von London verschrieben hatte, kamen mir nach Amerika zu. (HUMBOLDT/BONPLANDT 1815, S. 74)

6. Chronometer-Arbeiten in Südfrankreich und Spanien vor der Ausreise

Betrachten wir nunmehr den praktischen Einsatz der Uhr von BERTHOUD durch HUMBOLDT und einige mit diesem Zeitmesser erzielten wissenschaftlichen und kartographischen Ergebnisse. Als Grundlage dient zunächst seine Reisebeschreibung in der deutschen Ausgabe durch HAUFF.

Über die Umstände und den Verlauf der Anreise von Paris nach dem nordspanischen Hafen La Corunna berichtet HUMBOLDT in dem ersten Band der Reisebeschreibung nur cursorisch in der Einleitung. Wir wissen hierüber aber mehr durch einige Briefe, die HUMBOLDT aus Madrid und kurz vor der Abreise aus Corunna schrieb und die JAHN und LANGE (1973) verdienstvollerweise erneut als letzte der Jugendbriefe zugänglich gemacht haben.

HUMBOLDT hielt sich, von Salzburg über Straßburg kommend, vom 24. April bis zum 20. Oktober 1798 in Paris auf und nahm, wie bereits dargestellt, unverzüglich intensive Kontakte zu den Gelehrten des Institut de France bzw. der Académie des Sciences auf.

Was nun die BERTHOUD-Uhr und HUMBOLDTs wissenschaftliches Verhältnis zu BORDA angeht, ergeben sich aus einem erhaltenen Brief wesentliche nähere Einzelheiten aus einem sehr langen Briefbericht über die astronomischen Instrumente und Arbeiten, den HUMBOLDT am 12.5.1799 an den Astronomen Franz Xavier von ZACH abfaßt. Freiherr von ZACH, der 1754 in Pressburg geboren wurde und 1832 in Paris verstarb, war 1786 in den Dienst des Herzogs Ernst von Sachsen-Gotha getreten und war bis 1806 Direktor der seinerzeit berühmten Sternwarte auf dem Seeberg bei Gotha.

Das epistolarische Vermächtnis HUMBOLDTs ist auch in dem hier interessierenden Zusammenhang unerschöpflich, zugleich ergeben sich aus dieser Quelle auch wesentliche Gesichtspunkte zum Plan der großen Reise. Der Brief, der eigentlich eher ein Tätigkeitsbericht ist, findet sich unter der Nr. 475 bei JAHN und LANGE (1973, S. 667–676).

Es folgen hier einige kurze Auszüge:

[...] Ich fange mit meinen Beobachtungen über Inclination der Magnet-Nadel an. Das Instrument, dessen ich mich bediene, ist der Inclinations-Compaß, den Borda angegeben und Le Noir für das Bureau des Longitudes in Paris ausgeführt hat. Das Bureau hat die Gefälligkeit gehabt, es mir bey meiner Abreise von Paris abzutreten. Der Azimut-Zirkel hat 0,5 Mètre im Durchmesser, die Nadel 0,3 Mètre Länge. Borda betrachtete dieß Instrument als das erste, das uns sichere Inclinationen angeben würde [...]

Meinem Vorhaben treu, die heiße Zone zu besuchen, habe ich mich nach Spanien gewandt, und eben erhalte ich von der hiesigen Regierung die Erlaubniß, Mexico, Peru, Chili und die Philippinen durchreisen zu dürfen. Ehe ich Ihnen daher aus der andern Halbkugel Beobachtungen senden kann, erlauben Sie mir, Ihnen diejenigen zu schicken, welche ich im mittäglichen Frankreich und im östlichen Spanien angestellt habe [...]

Es folgt zunächst die Mitteilung von Inclinationsmessungen, die HUMBOLDT mit BORDA in Paris anstellte und die mit denen der französischen Nationalsternwarte verglichen werden. Das im Brief zunächst erwähnte und HUMBOLDT für seine Expedition „abgetretene“ geomagnetische Instrument wird ausführlich in seinem Gebrauch beschrieben. Es ist nicht auszuschließen,

daß das Bureau des Longitudes im Rahmen der „Abtretung“ des „Borda’schen Compaßes“ HUMBOLDT auch das Chronometer von BERTHOUD überlassen hat, denn zur Verwendung des Geräts als magnetischer Intensitätsmesser war eine Präzisionsuhr notwendig. Beide Instrumente bildeten also, wie unten weiter von HUMBOLDT ausgeführt, wissenschaftlich eine Einheit.

Interessanterweise führt HUMBOLDT auch die geomagnetischen Ergebnisse mit diesem Instrument für Marseille auf, die von THUILIS und BLANCPAIN bezüglich der Inklination der Magnetnadel erzielt wurden. Jacques Joseph Claude THUILIS (1748–1810) war 1789–1793 zunächst Adjunkt, dann Direktor des Observatoire de la Marine in Marseille, wo sich HUMBOLDT vom 27. Oktober bis zum Dezember 1798 in Erwartung einer Überfahrtsmöglichkeit nach Nordafrika aufhielt. Bereits am dritten Tag ist er nach einer meeresbiologischen Strandexkursion erstmals auf dem Observatorium und notiert in seinem Tagebuch (FAAK 2001, S. 45f):

30sten. Eine Herborisation an der Küste. Viel Fuci. Den Mittag zu Herrn Tuilis, dem Direktor der Seesternwarte. 31ten. Ich beobachte mit großer Genauigkeit die Inclination der Magnetnadel. Dann zu Tuilis. Er bildete mir durch falsche Rechnung ein, mein Chronometer habe 1'48" variiert. Das ließ mich sehr unruhig schlafen.

2. November: Morgens bei Tuilis auf der Sternwarte. Dort ein Perruguier, der jetzt Professor einer Seeschule ist, [...] der ein Schiff ohne zu Landen von Isle de France nach Martinique geführt. Er versicherte, sich mit einem hölzernen Sextanten die Länge bis auf 1" zu bestimmen [...]

4.–9. November: [...] Alle Mittag nahm ich Sonnenhöhen [...], mit Barthés (Place de la Liberté), einem Uhrmacher, den Tuilis zum Mechanicus gebildet, brachte ich den Theodolit wiederum zu Stande [...]

Um die Stärke der magnetischen Kraft, das heißt, ihre Intensität zu messen, bediente ich mich ehemals des Saussure’schen Magnetometers, eines in Hinsicht des Transportes äußerst zarten Instruments. Borda hatte mir geraten, mich der Oscillationen der Neigungsnadel als eines Magnetometers zu bedienen. Er war sehr neugierig, die Geschwindigkeiten dieser Oszillationen in verschiedenen Breiten zu wissen, für die Beobachtungen, die er während der Entrecasteau’schen See-Reise zu machen gerathen hatte, die ihm nie zu Gesicht gekommen waren. Ich habe mit großer Sorgfalt die Oscillationen der in den Magnet-Meridian gestellten Nadel mit dem Gange eines Berthoud’schen Chronometers verglichen. Diese Oscillations-Geschwindigkeiten sind so gleichförmig, daß wenn beyde Personen, deren eine die Nadel, die andere den Chronometer beobachtet, genau sind, sie nicht um 0,2 voneinander abweichen. Die Zahl dieser Oszillationen war in 10 Minuten zu Paris 245, zu Marseille 240, [...] zu Valenzia 235 [...]

Obgleich die Gegenden, die ich bis jetzt durchreiste, für astronomische Geographie nicht viel Merkwürdigkeiten darbieten, so glaube ich doch, Ihnen einen kleinen Auszug meiner Arbeiten liefern zu können. Ich habe die Sonne und die Sterne erster Größe so oft beobachtet, als die Umstände mir es haben erlauben wollen, mehr als 28mahl von meiner Abreise von Barcelona vom 9. 1. 1799 bis zum 9. 2., als ich Valenzia verließ [...] Meine Hilfsmittel zu diesen Beobachtungen sind zwey Chronometer, einer von Louis Berthoud, der andere von Seyffert in Dresden, ein achtzolliger Theodolit von Hurter et Haas, ein Reflections-Zirkel von Borda, ein Dolland’sches 94 bis 114 mal vergrößerndes Fernrohr, und ein anderes von Carroche. Der Berthoud’sische Zeithalter ist äußerst genau. Er ist, als er mit den Sternen im Passage-Instrument von Marseille verglichen ward, vorgeeilt.

Es folgt eine Tabelle mit 13 Daten für die Zeit vom 3. 11.–9. 12. 1798, die für den Zeitraum von einem Tag oder für mehrere Tage den Gang des Chronometers gegenüber der astronomischen „Himmelsuhr“ der Sterne exakt dokumentiert. Somit kannte HUMBOLDT die Ganggenauigkeit und konnte entsprechende Korrekturen anbringen. Er kalibrierte also seinen Zeitmesser durch andere ihm gut vertraute Methoden zur Bestimmung der geographischen Länge.

Seit Mitte Januar 1799, oder seit der Hitze von Valenzia hat er angefangen, zurückzubleiben, aber nicht weniger regelmäßig. Die mittlere Vorrückung über die mittlere Zeit ist daher 1,5. Der Chronometer ist während dieser Zeit getragen worden, und die Temperatur hat 15° R. variiert. Ohnerachtet der Stöße der Diligence habe ich die Länge von Marseille 12'25",4 bestimmt, da Méchain sie 12'14" gefunden hat. Derselbe Chronometer hat mir den Längen-Unterschied von Barcelona und Pepignan zu 2'34" angegeben. Méchain gibt Perpignan 2'14"O., Barcelona 0'33"W. an; der Unterschied ist daher 2'47". Aber zu Barcelona war ich auch um 2 oder 3" in der Zeit ungewiß. Ich führe Ihnen diese Beobachtungen nicht an, um durch meine kleine Bemühungen Méchain's Arbeiten bestätigen zu wollen, sondern nur um Ihnen etwas Vertrauen gegen meine Instrumente einzuflößen. Mein Seyffert'scher Chronometer, der nur zur Hälfte auf Diamanten geht, ist bis auf 4 bis 5" täglich genau. Er kann mir daher freylich nicht zur Längen-Bestimmung dienen; aber doch um die Zeit vom Mittag bis zur nächsten Nacht zu übertragen. Wenn man ihn nicht bewegt, so variiert er oft um keine 2" in drey bis vier Tagen.

Der in diesem auch andere Instrumente beschreibende Brief erwähnte Pierre Francois André MÉCHAIN (1744–1804) war ab 1772 hydrographischer Astronom bei dem Land- und Seekartenarchiv in Versailles und gab von 1786–1794 die „Connaissance des Temps“ heraus (JAHN und LANGE 1973, S. 794). HUMBOLDT hat ihn vor seiner Ausreise in Paris kennengelernt. Die in dessen Tabellenwerk gegebenen topographischen Koordinaten verbesserte er mehrfach: „Die Breite der Marseiller Sternwarte ist nicht, wie in Connoiss. des Temps VII, S. 461 steht, 43° 17'43", sondern 49". Zwey Beobachtungen des ersten und zweyten Jupiter-Trabanten haben mir die Länge 12'39", selbst 13'2" gegeben; aber ich war damals in dieser Art Beobachtungen viel zu wenig geübt“. Dies ist eine bescheidene Untertreibung, wie die zahlreichen terrestrischen und nautischen Ortsbestimmungen sowie astronomischen Beobachtungen HUMBOLDTs zeigen, auf die besonders auch schon ausführlicher BRUHNS in seiner dreibändigen wissenschaftlichen Biographie (1872) unter Hinzuziehung der von OLTMANN in Band XVII des Reisewerks aufgearbeiteten Ergebnisse der Expedition einging. Auf die anderen von HUMBOLDT benutzten Instrumente und Methoden der Breitenbestimmung soll hier nicht weiter eingegangen werden, sein Chronometer war aber bei jeder Beobachtung dabei. HUMBOLDT war ein exakter Beobachter und offensichtlich ein Liebhaber wissenschaftlicher Instrumente allgemein. Diese Freude im Umgang mit ihnen zeigt sich immer wieder im Tagebuch, der Reisebeschreibung allgemein und den Instrumentenbeschreibungen in der französischen Originalausgabe sowie in dem hier ausgewerteten Bericht aus Madrid an ZACH. Er begeisterte sich selbst: „Von meinen Reflexions-Instrumenten ist der zehnzöllige Ramsden'sche Sextant das schönste [...]“ (JAHN und LANGE 1973, S. 672).

Alexander von HUMBOLDT vereinigte mit seinem interdisziplinären und vernetzten Gesamtansatz in sich nicht nur eine ganze Akademie, sondern war während seiner Reise zu Lande und zu Wasser auch ein gut ausgestattetes ambulantes Observatorium. Wo immer er hinkam, packte er seine Instrumente aus und bestimmte zunächst die Position. Kaum in Madrid angekommen, begann er mit dieser Routinehandlung.

„Am 4. April fing ich meine Beobachtungen zu Madrid an, in dem Palast des Herzogs von Infantado, 200 Toisen südwärts von der Plaza major. Meine ersten Beobachtungen gaben mir die Breite im Mittel $40^{\circ}24'42''$ [...] Mein Chronometer hat mir die Länge gegeben $24'34''$. [...] Das ist das Wenige, daß ich Ihnen in diesem Augenblick schicken kann. Ich reise in drei Tagen für die Havanna und Mexico ab, und werde dort fleißig mit meinen Bird'schen Quadranten beobachten [...]“ schließt diese längere instrumentenkundliche Mitteilung an den Gothaer Astronomen von ZACH vom 12. Mai 1799. Die große Reise konnte beginnen, und es ist nicht verwunderlich, daß HUMBOLDT seine in Südfrankreich und Spanien bewiesenen Fertigkeiten auf die Nautik übertrug.

7. HUMBOLDTs Arbeiten mit dem Chronometer im Atlantik

HUMBOLDT hatte sich mithin vor der Einschiffung nach Amerika im Umgang mit den zahlreichen wissenschaftlichen Instrumenten ausgiebig an Land geübt und diese auch auf ihre Genauigkeit getestet.

Betrachten wir nunmehr den praktischen nautischen Einsatz der BERTHOUD-Seeuhr durch HUMBOLDT und einige mit diesem Zeitmesser erzielten wissenschaftlichen und kartographischen Ergebnisse. Als Grundlage dient hier nur die von HAUFF „nach der Anordnung und unter Mitwirkung des Verfassers“ besorgte deutsche Bearbeitung der „Reise in die Aquinoctial-Gegenden des neuen Continents“ (in der COTTAschen Oktavausgabe Stuttgart 1861, Seitenangaben hiernach aus Erstem Band). Gelegentlich wird allerdings auf die ungekürzte erste Übersetzung von 1815 hinzuweisen sein.

Es reicht hierbei zur Veranschaulichung aus, nur die Atlantikquerung von La Corunna nach Cumana auf der spanischen Fregatte „Pizarro“ vom 5. Juni–19. Juli 1799 heranzuziehen, insgesamt eine (die Woche auf Teneriffa abgerechnet) schnelle und glückliche Überfahrt von 15 Seetagen (erster Abschnitt bis zu den Kanarischen Inseln) plus 22 Seetagen (Weiterreise bis Venezuela, vgl. Abb. 3). Die entsprechenden Distanzen betragen 1078 bzw. 3072 Seemeilen (1 sm = 1 mittlere Länge einer Bogenminute auf einem Meridian bzw. dem Äquator, gleich 1852 m). Die näheren Umstände dieser Überfahrt sind vielen aus eigener Lektüre wohl bekannt und bei KORTUM (1993 und 1999) unter ozeanographiegeschichtlichen Gesichtspunkten neu bewertet worden. Insgesamt hat HUMBOLDT während seiner Südamerika-Expedition an 205 Tagen auf See an Bord verschiedener Schiffe 16471 sm zurückgelegt, mithin entfielen über 10% der Gesamtexpeditionszeit von 1880 Tagen auf Seetage, an denen HUMBOLDT wertvolle nautische, geodätische, meereskundliche und meteorologische Beobachtungen oder Messungen machen konnte, die bisher viel zu wenig Beachtung fanden. Fehlen doch die Meeresabschnitte der Südamerikareise in vielen Neuausgaben ganz oder sind durch Kürzungen entstellt. Diese Teile der Reisebeschreibung sind aber zur Gesamtwürdigung der Reise und HUMBOLDTs Gesamtwerks nicht unwichtig. Teilweise lesen sie sich als mit meereswissenschaftlichen Erläuterungen vertieftes Logbuch. Sie sind in größerem Zusammenhang der wissenschaftlich begleiteten Weltumsegelungen jener Zeit als klassisches ozeanographiegeschichtliches Dokument zu werten.

Das „Reise-Journal zur Überfahrt von den Küsten Spaniens an die des südlichen Amerikas, oder von Corunna nach Cumana“ findet sich mit täglichen Eintragungen von 43 Positionen, der Oberflächentemperatur des Meeres und geomagnetischer Beobachtungen auf S. 405–421 in der ungekürzten Übersetzung von 1815 (A. v. HUMBOLDT und A. BONPLANDT, 1. Theil, Kapitel III). „Die Längen wurden nach dem Chronometer von Hrn. Louis Berthoud Nro. 27 bestimmt“, heißt es in der Vorbemerkung (S. 405).

Auf weitere nicht in der HAUFFschen gekürzten Ausgabe enthaltenen Erwähnungen des besagten Chronometers in dieser Übersetzung sei hier nur hingewiesen. Beispielhaft sei zu den Chronometerarbeiten in Spanien hieraus nachgetragen:

Ich machte die nöthigen Beobachtungen, um mich des Gangs meines Chronometers von Louis Berthoud zu versichern und sah mit Vergnügen, daß es in seinem täglichen Zurückbleiben gleich geblieben war, trotz der Erschütterungen, denen es auf der Reise von Madrid nach Corunna ausgesetzt war [...] (HUMBOLDT/BONPLANDT 1815, S. 67/68).

Diese Mühen HUMBOLDTs waren nicht vergeblich, denn es gab Zweifel an der exakten Länge dieses wichtigen spanischen Überseehafens. In der ungekürzten Reisebeschreibung heißt es hierzu weiter (HUMBOLDT/BONPLANDT 1815, S. 68/69):

Dies war um so wichtiger, als noch viele Ungewissheit über die wahre Länge von Ferrol herrschte, welche Stadt mit ihrem Mittelpunkt 10'20" östlich vom Thurm des Herkules bei Corunna liegt. Eine Bedeckung des Aldebarans und eine große Reihe von Verfinsterungen des Jupiters-Trabanten, die von dem Admiral Mazzaredo beobachtet und von Mechain berechnet wurden, scheinen zu beweisen, dass in dem See-Atlas von Tofinno, der sonst in den Angaben einzelner Entfernungen so genau ist, die absoluten Lagen von Corunna und von Ferrol um 2–3 Seemeilen fehlerhaft angegeben sind. Mein Chronometer bestätigte diese Zweifel und zeigte gegen die Bestimmung von Tofinno. Ich fand das Observatorium der Marine zu Ferrol 0^h 42'21" westlich von Paris (hierzu Fußnote S. 68 unten: „[...] Unter der Voraussetzung, dass mein Chronometer auf der Reise von Madrid nach Corunna sein tägliches Zurückbleiben nicht vergrößert hat, was direkten Beobachtungen, die ich zu Marseille anstellte, entgegen wäre, wäre die Länge von Ferrol noch um 23" Zeitmaß größer, als sie von Hrn. Tofinno angegeben ist.“) Das Mittel von allen Beobachtungen, die durch spanische Astronomen und kürzlich von Hrn. Espinosa bekannt gemacht wurden, gibt 0^h 42'21" 5. Ich habe bereits an einem anderen Ort bemerkt, dass, da viele Expeditionen von Ferrol ausgingen, die irrige Lage, die man diesem Seehafen gab, sehr fehlerhafte Bestimmungen der Länge mehrerer Städte Amerika's hervorbrachte, da man dabey nicht von absoluten Beobachtungen ausging, sondern die bloße Berechnung der Zeit zum Grund legte. Die Seeuhren, so sehr sie die Masse unserer geographischen Kenntnisse vermehren, tragen oft den Irrthum, der über die Länge des Orts, von dem man ausgeht, Statt findet, auf andere Orte über, in dem sie von diesem einzigen Punkte die Lage der Küsten in den entferntesten Ländern abhängig machen.

Im Rahmen dieser instrumentenkundlichen-horologischen Abhandlung muß auf eine Heranziehung weiterer Aufzeichnungen und Texte HUMBOLDTs zu den Reisen in dem „Antillischen Meer“ unterbleiben (23 Seetage stürmische Überfahrt von Nueva Barcelona nach Havanna, 24. 11.–19. 12. 1800, 1563 sm; Rückfahrt durch die Karibik von Trinidad de Cuba nach Carthagenä 9. 3.–30. 3. 1801, 21 Seetage, 547 sm). Auch HUMBOLDTs berühmte, aber bisher leider wenig im Detail analysierte Südsee-Fahrt von Callao/Lima über Guayaquil nach Acapulco (47 Seetage, 863 plus 2264 sm) und die Rückreise von Vera Cruz durch den Golf von Mexico nach Havanna und von dort aus weiter mit dem Golfstrom nach Philadelphia sowie die Atlantikquerung nach Bordeaux, über die wir nicht einmal durch Tagebuchaufzeichnungen HUMBOLDTs genau informiert sind, wären zur weiteren Vertiefung der Beschreibung seines Chronometergebrauchs heranzuziehen (vgl. KORTUM 1999, s. Abb. 3).

Die wesentlichen Punkte werden aber bereits auf der Seereise von Spanien nach Venezuela deutlich. Es ist schon richtig, HUMBOLDT, der „den Trieb zur See und zu weiten Fahrten von

früher Jugend fühlte“ (HUMBOLDT, A. v. (1814–1825), nach HAUFF, Bd. 1, S. 3), hatte „eine eigentümliche Vorliebe für das Meer“ (Kosmos, Bd. 1, 1845, S. 332). Er schreibt auch über sich, daß „ich vermöge meiner Constitution nie seekrank wurde, und sooft an Bord eines Schiffes war, immer einen großen Trieb zur Arbeit fühlte“ (HUMBOLDT, A. v. (1814–1825), nach HAUFF, Bd. 1, S. 28). Die Ergebnisse dieser Arbeit auf See und ihre Auswirkung auf die Fortschritte der Meereskunde stärker aus seinem Gesamtwerk herauszuarbeiten und bewußt zu machen, bleibt weiterhin eine Aufgabe der HUMBOLDT-Forschung.

Daß sich Marinechronometer zur Längenbestimmung und Feststellung der exakten Schiffsposition ab 1770 gegenüber anderen astronomischen Methoden immer mehr durchsetzten, wurde bereits erwähnt. Aus der hiernach berechneten Position und dem „gegißten“, sich nach Kompaß, Log und Strömung ergebenden Schiffsort können Tag für Tag die Versetzungen genau ermittelt werden. Dies blieb lange Zeit die beste Methode für die hydrographischen Dienststellen der seefahrttreibenden Nationen, unter Heranziehung einer großen Zahl von Schifftagebüchern Karten für die oberflächennahe Ozeanzirkulation zu erarbeiten (vgl. die Kapitelgliederung in PETERSON, STRAMMA and KORTUM 1996: The Era prior to Sea-going Chronometry/ The Era of Chronometric Observations in der historisch-meereskundlichen Gesamtübersicht „Early Concepts and Charts of Ocean Circulation“).

HUMBOLDTs eigene Arbeiten im Atlantik und Pazifik fielen in die Anfangsphase der zweiten Epoche. Brauchbare Chronometer gehörten bereits zur nautischen Standardausrüstung von Seeschiffen. HUMBOLDT hatte ein sehr gutes Taschenchronometer und war somit gut gerüstet. Bereits wenige Tage nach dem Auslaufen werden die ersten wichtigen Ergebnisse mitgeteilt (folgende Zitate nach der Reisebeschreibung HUMBOLDT, A. v. (1814–1825), in der Bearbeitung von HAUFF, 1861, Bd. 1, zunächst S. 29):

Am 9. Juni (1799), unter 39°50' der Breite und 16°10' westlicher Länge vom Meridian der Pariser Sternwarte, fingen wir an, die Wirkung der großen Strömung zu spüren, welche von den azorischen Inseln nach der Meerenge von Gibraltar und nach den canarischen Inseln geht. Indem ich den Punkt, den mir der Gang der Berthoud'schen Seeuhr angab, mit des Steuermanns Schätzung verglich, konnte ich die kleinsten Änderungen in der Richtung und Geschwindigkeit der Strömungen bemerken. Zwischen dem 37. und 30. Breitengrad wurde das Schiff in vierundzwanzig Stunden zuweilen zwischen 18 und 26 Meilen nach Ost getrieben. Anfangs war die Richtung des Stromes Ost 1/4 Südost, aber in der Nähe der Meerenge wurde sie genau Ost [...]

Es folgt ein Vergleich mit den Angaben zahlreicher anderer Seefahrer über dieses auch heute in der Meeresforschung gerade von deutscher Seite (besonders vom Institut für Meereskunde an der Universität Kiel) weiterhin bearbeitete Rezirkulationsgebiet des Kanarenstroms mit Tiefenausstrom aus dem Mittelmeer (EU-Projekt CANIGO – Canary Islands Açores Gibraltar Observations) und eine längere, in der Oktavausgabe 18 Seiten umfassende klassische Beschreibung der nordatlantischen Zirkulation, die disziplingeschichtlich vor dem damaligen Wissensstand HUMBOLDTs sehr wichtig ist. Eine zentrale Rolle nimmt hierbei der Golfstrom ein, den HUMBOLDT selbst 1804 von Havanna bis Philadelphia mit zahlreichen eigenen Messungen erfaßt hatte.

Sextant, Chronometer und Thermometer kamen dabei ständig zum Einsatz. HUMBOLDTs letztes Thermometer aus der Werkstatt des englischen Instrumentenmachers ARNOLD (er baute, wie erwähnt, auch hervorragende Chronometer) zerbrach auf der Rückfahrt bei der Azoreninsel Corvo. Zur besseren Erforschung des großartigen Naturphänomens Golfstrom und der Nordatlantikzirkulation schlug HUMBOLDT ein bahnbrechendes Konzept für ein internationales

meereskundliches Großprojekt vor, daß sich aus gutem Grunde sehr wesentlich auf eine genaue Zeitmessung und Längenbestimmung gründete (ibid. S. 41f.):

Das Wenige, was wir bis jetzt über die wahre Lage und die Breite des Golfstroms, so wie über die Fortsetzung desselben gegen die Küsten von Europa und Afrika wissen, ist die Frucht der zufälligen Beobachtungen einiger unterrichteter Männer, welche in verschiedenen Richtungen über das atlantische Meer gefahren sind. Da die Kenntniß der Strömungen zu Abkürzung der Seefahrten wesentlich beitragen kann, so wäre es von so großem Belang für die praktische Steuermannskunst, als wissenschaftlich von Interesse, wenn Schiffe mit vorzüglichen Chronometern im Meerbusen von Mexico und im nördlichen Ozean zwischen dem 30. und 54. Grad der Breite kreuzten, ganz eigens zum Zweck, um zu ermitteln, in welchem Abstand sich der Golfstrom in den verschiedenen Jahreszeiten und unter dem Einfluß der verschiedenen Winde südlich von der Mündung des Mississippi und ostwärts von den Vorgebirgen von Hatteras und Codd hält [...] Neben der Richtung und Geschwindigkeit der Strömungen könnte sich eine solche Expedition mit Beobachtungen der Meerestemperatur, über die Linien ohne Abweichung, die Inclination der Magnetnadel und der Intensität der magnetischen Kraft beschäftigen. Beobachtungen dieser Art erhalten einen hohen Wert, wenn der Punkt, wo sie angestellt worden, astronomisch bestimmt ist. Auch in den von Europäern am stärksten besuchten Meeren, weit von jeder Küste, kann ein unterrichteter Seemann der Wissenschaft wichtige Dienste leisten [...]

Diese Passage findet sich interessanterweise nicht in der ersten englischen Übersetzung. HUMBOLDT bedauerte kurz vor seinem Tode bei der erneuten Überarbeitung seines bis heute noch nicht veröffentlichten Manuskripts über Meeresströmungen (vgl. KOHL 1868/1966, ENGELMANN 1969 und KORTUM 1990), daß dieser große Plan leider nicht verwirklicht wurde. Es sollte noch gut ein Jahrhundert dauern, bis großräumige Multi Ship Surveys in der ozeanographischen Forschung organisiert wurden (vgl. KRAUSS 1996, DEACON 1997). So wirkte das HUMBOLDTsche Denken auch in dieser geowissenschaftlichen Disziplin bis in unsere Zeit fort.

Im übrigen zeigt der oben zitierte Textauszug, daß es HUMBOLDT nicht nur auf die Beförderung der Grundlagenforschung ankam. Er sah, vielleicht ein Ergebnis seiner praktischen Bergmanns-ausbildung, auch immer den Anwendungsbezug der Wissenschaften, hier für die Nautik bzw. „praktische Steuermannskunst“.

Aus gleichem Grunde setzte er sich, amerikanischen Utilitaristen wie Benjamin FRANKLIN u. a. folgend, sehr für die Weiterentwicklung der „thermometrischen Navigation“ ein (vgl. KOHL 1868 und Kortum 1990). Auch aus diesem pragmatischen Wissenschaftsverständnis heraus gewinnt HUMBOLDTs Werk sicher heute noch an Aktualität.

Ein wichtiges zusammenfassendes Ergebnis von HUMBOLDTs chronometrischen und nautischen Studien ist schließlich seine bis heute nicht wieder aufgefundene „Charte des nördlichen Theils des atlantischen Oceans, die ich dem Publikum übergeben habe. (Hierzu Fußnote: diese Charte, die ich anfang im Jahre 1804 zu zeichnen, enthält außer der Angabe der Temperatur des Meerwassers, Beobachtungen über die Neigung der Magnetnadel, die Linien, in denen keine Abweichung derselben stattfindet, die Stärke der magnetischen Kräfte, die Banden der schwimmenden varech (= Tange, Verv.) und andere Phänomene, die die physische Geographie interessieren). „Außer den Beobachtungen, die ich auf sechs Überfahrten gemacht habe, [...], habe ich darauf Alles angebracht, was mich eine thätige Neugierde in jenen Reisejournalen entdecken ließ, deren Verfasser astronomische Mittel anwenden konnten, um die Wirkung der Strömungen zu bestimmen“ (HUBMOLDT/BONPLANDT 1815, S. 93–94).

Die Reise auf der spanischen Fregatte „Pizarro“ geht weiter. Noch ist man auf der Fahrt zu den Kanarischen Inseln. HUMBOLDT hat neben seiner Instrumentenausrüstung auch eine kleine Handbibliothek im Gepäck. Auf der Fahrt über den Atlantik liest er immer wieder in der KOLUMBUS-Ausgabe von NAVARETE. Er folgt bewußt seinen Spuren (vgl. KORTUM 1993).

„Wir bekamen auf unserer Fahrt weder die Inseln Desiertas noch Madera zu Gesicht. Gerne hätte ich die Länge dieser Inseln berichtet und von den Bergen nordwärts von Funchal Höhenwinkel genommen. De Borda berichtet, man sehe diese Berge auf 20 Meilen [...]“ (HUMBOLDT, A. v. (1814–1825), nach Hauff, S. 53). BORDAs Einfluß auf HUMBOLDT zeigt sich auch hier:

Es scheint mir von Nutzen, die Seefahrer auf dergleichen Bestimmungen hinzuweisen, weil sich mittels dieser Methode, deren in dieser Reisebeschreibung öfter Erwähnung geschieht und deren sich Borda, Lord Malgrave, de Rossel und Don Cosmo Churucca auf ihren Reisen mit Erfolg bedient haben, durch Höhenwinkel, die man mit guten Reflexionsinstrumenten nimmt, mit hinlänglicher Genauigkeit ermitteln läßt, wie weit sich das Schiff von einem Vorgebirge oder von einer gebirgigen Insel befindet. (HUMBOLDT, A. v. (1814–1825), nach HAUFF, Bd. 1, S. 53f.)

Den von BORDA übernommenen Taschenchronometer benutzte HUMBOLDT ständig, und dieses Instrument gab ihm gegenüber den Nautikern an Bord einen großen Vorteil. Er wetteiferte mit den altgedienten Steuerleuten, wer die bessere Positionsbestimmung lieferte.

Die Pizarro hatte Befehl, bei der Insel Lancerota, einer der sieben großen Canarien, anzulegen [...] Seit dem 15. Juni war man im Zweifel, welchen Weg man einschlagen sollte. Bis jetzt hatten die Steuerleute, die mit den Seeuhren nicht recht umzugehen wußten, keine großen Stücke auf die Länge gehalten, die ich fast immer zweimal des Tags bestimmte, indem ich zum Übertrag der Zeit Morgens und Abends Stundenwinkel aufnahm. Endlich am 16. Juni, um neun Uhr Morgens, als wir schon unter 29°26' der Breite waren, änderte der Capitän den Curs und steuerte gegen Ost. Da zeigte sich bald, wie genau Louis Berthouds Chronometer war; um zwei Uhr Nachmittags kam Land in Sicht, das wie eine kleine Wolke am Horizont erschien. (HUMBOLDT, A. v. (1814–1825), nach HAUFF, Bd. 1, S. 54f.)

In dem Bordtagebuch findet sich bei den Notizen HUMBOLDTs zu diesem Tag der bezeichnende Zusatz: „Die Genauigkeit des Berthoudschen Chronometers setzte alle Schiffswelt in Erstaunen. Sonnenhöhe [...] giebt longitudo 16°8'45"“ (FAAK 2000, S. 68).

Nach der denkwürdigen Woche HUMBOLDTs auf Teneriffa vom 19.–25. Juni 1799, die sich im 3. Kapitel der Reisebeschreibung niederschlägt, beginnt der zweite Teil der Atlantikquerung:

Am 25. Juni Abends verließen wir die Rhede von Santa Cruz und schlugen den Weg nach Südamerika ein [...] Es wehte stark aus Nordost und das Meer schlug in Folge der Gegenströmungen kurze gedrängte Wellen. Die canarischen Inseln [...] verloren wir bald aus dem Gesicht [...] Unsere Überfahrt von Santa Cruz nach Cumana, dem östlichsten Hafen von Terra Firma, war so schön als je eine. Wir schnitten den Wendekreis des Krebses am 27., und obgleich der Pizarro eben kein guter Segler war, legten wir den neunhundert Meilen langen Weg von der Küste von Afrika zur Küste der neuen Welt in zwanzig Tagen zurück. (HUMBOLDT, A. v. (1814–1825), nach HAUFF, Bd. 1, S. 179f.)

Diese zwanzig Tage auf See im Regime der Passatwinde haben HUMBOLDT in besonderer Weise geprägt. Es werden in der Reisebeschreibung ausführliche meteorologisch-klimatologische Be-

merkungen und navigatorische Hinweise zur Optimierung der Segelwege nach den Antillen eingefügt. Im übrigen stehen bei den wissenschaftlichen Einschüben nunmehr meeresbiologische Fragen im Vordergrund. Es geht hierbei hauptsächlich um die Lage, Ausdehnung und Ökologie der Fucus-Bänke in der Sargasso-See und die Physiologie der Fliegenden Fische. HUMBOLDTs Bemühungen um die mutmaßliche Ausbreitung der von ihm in besonders anschaulicher Weise in den „Ansichten der Natur“ (Anmerkung 7 zu Essay „Über Steppen und Wüsten“) beschriebenen atlantischen Tangwiesen nach geographischer Breite und Länge haben sich noch bis zum Ende des 19. Jahrhunderts in Karten wiedergefunden.

Ihm war bewußt, daß die Seekarten nur so gut sein konnten wie es die Methoden der Ortsbestimmung, besonders der Längenermittlung, erlaubten:

Am dritten und vierten (Juli 1799) fuhren wir über den Theil des Oceans, wo die Karten die Bank des Maalstroms verzeichnen, mit Anbruch der Nacht änderte man den Cours, um einer Gefahr auszuweichen, deren Vorhandensein so zweifelhaft ist, als das der Inseln Fonseca und Santa Anna. Es wäre wohl klüger gewesen, den Kurs beizubehalten. Die alten Seekarten wimmeln von sogenannten wachenden Klippen [...] Die Lage der wirklich gefährlichen Punkte ist meist wie auf Gerathewohl angegeben; sie waren von Schiffern gesehen worden, die ihre Länge nur auf ein paar Grade kannten, und meist kann man sicher darauf rechnen, keine Klippe zu finden, wenn man den Punkten zusteuert, wo sie auf den Karten angegeben sind. (HUMBOLDT, A. v. (1814–1825), nach HAUFF, Bd. 1, S. 192 f., vgl. hierzu in Fußnote S. 192: Befände sich der Maalstrom, nach Von Keulens Angabe, unter 16° Breite und 39°30' Länge, so wären wir am 4. Juli darüber weggefahren.)

Bei der Ansteuerung von Cumana konnte HUMBOLDT einige Tage später mit seiner Seeuhr mehrere Korrekturen auf vorhandenen Seekarten anfügen. Auf diesen Beitrag zur Seevermessung und damit Sicherung eines damals vielbefahrenen Schiffsfahrtswege war HUMBOLDT nicht ohne Grund etwas stolz. HUMBOLDT der Seefahrer: Wir erleben ihn nicht nur als Pionier der Meereskunde, sondern auch als erfahrener Nautiker, beides bisher zu wenig bekannte Aspekte seines vielseitigen Wirkens.

Am 15. Morgens, wo wir uns nach dem Chronometer unter 66°1'55" der Länge befanden, waren wir noch nicht in dem Meridian der Insel St. Margarita [...] Die Küsten der Terra Firma wurden vor Fidalgos, Noguerras und Tiscars, und ich darf wohl hinzufügen, vor meinen astronomischen Beobachtungen in Cumana, so unrichtig gezeichnet, daß für die Schifffahrt daraus hätten Gefahren erwachsen können [...] Küsten, aus der Ferne gesehen, verhalten sich wie Wolken, in denen jeder Beobachter die Gegenstände erblickt, die seine Einbildungskraft beschäftigen. (HUMBOLDT, A. v. (1814–1825), nach HAUFF, Bd. 1, S. 210 und S. 212)

Wiederum ist es ein Brief an den Astronomen von ZACH, vom September 1799, aus dem wir weitere Einzelheiten über den Einsatz des Chronometers bei HUMBOLDTs nautisch-kartographischen Arbeiten an der Küste von Venezuela erfahren (MOHEIT 1992, S. 212). HUMBOLDT überprüfte über einen Monat lang in Venezuela den Gang seines Chronometres durch korrespondierende Sonnenhöhen, die er mit seinem BIRDSchen Quadranten nahm, und stellte fest, dass seine Längenuhr maximal in diesem Zeitraum um 1,5 sec abwich. In dem Brief erwähnt HUMBOLDT ferner, dass sein Chronometer auf die mittlere Zeit von Madrid eingestellt war und somit alle von ihm bestimmten Längen mit 24'8" Meridiandifferenz auf Paris bezogen werden müssen. Dieser Hinweis ist insofern wichtig, als die Länge von Madrid vor HUMBOLDTs Ausreise zwar von ihm selbst ermittelt wurde, der spanische Geodät José CHAIX aber erst den

Auftrag erhalten hatte, die geographische Länge und Breite der spanischen Hauptstadt mit exakten astronomischen Methoden festzulegen. Diese „offizielle“ Bestätigung seiner eigenen Beobachtungen lagen HUMBOLDT mithin noch nicht vor, er war aber darauf vorbereitet, seine zahlreichen amerikanischen Längenbestimmungen entsprechend zu korrigieren. In dem erwähnten Bericht an von ZACH fällt HUMBOLDT seine Längenberechnungen für Cumana, das Nordostkap von Tobago, Cabo Macanao auf der Insel Margarita, Punta Araya, die Insel Coche, Boca del Dragon und Cabo de tres puntas mit. Im wesentlichen stimmten HUMBOLDTs Längen recht gut mit den kartographischen Arbeiten der spanischen Marineoffiziere Joaquin FIDALGO und Cosime Damian CHURRUCA überein, die seit 1791 die Küsten Venezuelas und den Antilleninseln vermessen hatten. Dies gilt auch für Cartagena, dessen Länge HUMBOLDT im April 1801 mit seiner BERTHOUD-Uhr festlegte. Die HUMBOLDT bei der Ankunft an der Küste von Terra Firma vorliegende Seekarte von 1792 war jedenfalls fehlerhaft oder ungenau (vgl. hierzu auch HUMBOLDT/BONPLANDT 1815, S. 329, Fußnote 2). In dem erwähnten Brief heißt es hierzu:

Wir selbst sind mit unserer königlichen Fregatte „Pizarro“ in diese Gefahr geraten, indem wir der neuen Seekarte des atlantischen Ozeans aus dem Jahre 1792 folgten, welche sonst in anderen Teilen recht gut und allgemein im Gebrauch ist. Diese Karte setzt z. B. die Insel Tobago westlich von Trinidad (Punta de la Galera), da sie doch östlich davon liegt. Dumaná liegt darauf in 9° 52' nördlicher Breite, also über einen halben Grad falsch und zu weit nach Süden. Das westliche Vorgebirge von der Insel Margarita liegt da, wo das östliche liegen sollte usw. Nichts ist indessen den Seefahrern wichtiger als die richtige Lage von der Punta de la Galera auf Trinidad und von Tobago, denn das erste Land von Amerika, das die aus Europa kommenden und nach Caracas und den Inseln unter dem Wind bestimmten Schiffe zu Gesicht bekommen, sind diese Inseln. Das geringste Versehen kann sie den Kanal zwischen Trinidad und Tobago verfehlen lassen und sie in die Boca del Dragon führen (MOHEIT 1992, S. 212).

Details dieser astronomischen und chronometrisch-kartographischen Vermessungsarbeiten an den Küsten von Paria finden sich ferner wiederum in den entsprechenden Tagebucheinträgen für den 14. Juli in der Ausgabe von FAAK (2000, S. 111–113). Mit gleicher Sorgfalt und Routine erfolgten die Angaben während der Karibikfahrten und HUMBOLDTs Pazifikreise von Peru nach Mexiko, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.

8. Die chronometrische Wiederentdeckung der Neuen Welt (13. Juli 1799)

Mit der Ankunft in Südamerika erfüllte sich für HUMBOLDT ein seit der Jugend gehegter Traum. Hiermit begann aber auch eine neue Epoche in der Wissenschaftsgeschichte: „Am 16. Juli (1799) bei Tagesanbruch lag eine grüne malerische Küste vor uns. Die Berge von Neuandalusien begrenzten, halb von Wolken verschleiert, nach Süden den Horizont. Die Stadt Cumana mit ihrem Schloß erschien zwischen Gruppen von Cocobäumen. Um neun Uhr morgens, ein und vierzig Tage nach unserer Abfahrt von Corunna, gingen wir im Hafen vor Anker [...]“ (HUMBOLDT, A. v. (1814–1825), nach HAUFF, Bd. 1, S. 217). Die Atlantiküberfahrt macht also fast den gesamten Band I der HAUFFschen Oktavausgabe aus, eine Fundgrube für alle reise- und wissenschaftsgeschichtlich interessierte Kreise. Für die Ozeanographie, Meteorologie, Geologie und Meeresbiologie gibt es zahlreiche wichtige Passagen.

Kommen wir zurück zu HUMBOLDTs besonderen Uhr: Er wird in der Literatur, besonders in Südamerika, als zweiter, wahrer Entdecker Amerikas gefeiert und immer wieder geehrt; er habe

mehr für diese Länder bewirkt als alle Conquistadores vor ihm, soll Simon BOLIVAR (1783–1830) gesagt haben. HUMBOLDT hat schon gut eine Woche vor der Ankunft in der venezuelanischen Hafenstadt Amerika (und zwar die Antilleninsel Tobago) richtig vorausgesehen und gefunden mit Hilfe seines hochgeschätzten Chronometers von Louis BERTHOUD! Hierdurch wird diese hier im Mittelpunkt stehende spezielle Seeuhr eigentlich noch bemerkenswerter.

Lesen wir die folgenden Zeilen, fühlen wir uns nahezu als Augenzeuge dieses Moments an Bord der „Pizarro“. Zum 8. Juli 1799 schreibt HUMBOLDT (HUMBOLDT, A. v. (1814–1825), nach HAUFF, Bd. 1, S. 198 ff.), und dies entspricht auch im wesentlichen seinen von FAAK 2000 herausgegebenen Tagebuchnotizen zu diesem bedeutsamen Ereignis:

Seit mehreren Tagen war die Schätzung der Steuerleute um 1°12' von der Länge abgewichen, die mir mein Chronometer angab. Dieser Unterschied rührte weniger von der allgemeinen Strömung her, die ich ‚Rotationsstrom‘ genannt habe, als von dem eigenthümlichen Zuge des Wassers nach Nordwest, von der Küste von Brasilien gegen die kleinen Antillen, wodurch die Überfahrt von Cayenne nach Guadeloupe abgekürzt wird. Am zwölften Juli glaubte ich ankündigen zu können, daß Tags darauf vor Sonnenaufgang Land in Sicht seyn werde. Wir befanden uns jetzt nach meinen Beobachtungen unter 10°46' der Breite und 60°54' westlicher Länge. Einige Reihen Mondbeobachtungen bestätigten die Angaben des Chronometers; aber wir wußten besser, wo sich die Corvette befand, als wo das Land lag, dem unser Kurs zuging und das auf den französischen, spanischen und englischen Karten so verschieden angegeben ist [...]

Die Steuerleute verließen sich mehr auf das Log als auf den Gang eines Chronometers; sie lächelten zu der Behauptung, daß bald Land in Sicht kommen müsse, und glaubten, man habe noch zwei bis drei Tage zu fahren. Es gereichte mir daher zu großer Befriedigung, als ich am dreizehnten gegen sechs Uhr Morgens hörte, man sehe von den Masten aus ein sehr hohes Land [...]

Es war aber nicht Trinidad, sondern Tobago, stellte HUMBOLDT durch das Verfahren der Messung der doppelten Sonnenhöhe nach der Methode von DOUWE fest, dies bestätigte auch die Ermittlung der exakten geographischen Breite „durch Beobachtung der Sonnenhöhe um Mittag“.

HUMBOLDT, der zweite KOLUMBUS und wissenschaftlicher Wiederentdecker des Neuen Kontinents, hatte somit am 13. Juli 1799 Amerika dank seiner astronomischen Instrumente und Fertigkeiten richtig vorausgesagt und gefunden, zweifellos eine nautische Meisterleistung. Er benutzte dabei „Bordas schöne Karte des atlantischen Oceans“, die basierend auf dessen Vermessungsreise nach Westindien 1771–1772 immerhin bis auf fünf Längenminuten genau die Lage der Insel kartographisch fixiert hatte (HUMBOLDT, A. v. (1814–1825), nach HAUFF, Bd. 1, S. 200). In der Hand hatte HUMBOLDT dabei BORDAs Längenuhr, seine geliebte Berthoud Nr. 27. So fand HUMBOLDT die Neue Welt und eine neue Zeit begann.

LITERATUR

- ANDREWES, W.J.H. (Hrsg.) (1996): The Quest for Longitude. Cambridge, Mass., Collection of Historical Scientific Instruments, Harvard University.
- BECK, H. (1959/1961): Alexander von Humboldt. 2 Bde. Wiesbaden.
- BERGHAUS, H. (1850): Physikalischer Schulatlas. Gotha 1850 (Reprint Gotha 1985).
- BIERMANN, K.-R. (Hrsg.) (1979): Briefwechsel zwischen Alexander von Humboldt und Heinrich Christian Schumacher. Berlin (Beiträge zur Alexander-von-Humboldt-Forschung. 6).
- BIERMANN, K.-R. (1990): Alexander von Humboldt in seinen Beziehungen zur Astronomie in Berlin (1970). In: Miscellanea Humboldtiana. Berlin, S. 123–134 (Beiträge zur Alexander-von-Humboldt-Forschung. 15).
- BIERMANN, K.-R., I. JAHN und F.G. LANGE (1983): Alexander von Humboldt. Chronologische Übersicht über wichtige Daten seines Lebens. Berlin (Beiträge zur Alexander-von-Humboldt-Forschung. 1).
- BRAND, F.L. (2001): Alexander von Humboldts physikalische Meßinstrumente und Meßmethoden. (Berliner Manuskripte zur Alexander von Humboldt-Forschung. 18).
- DEACON, M. (1971/2nd Ed. 1997): Scientists and the Sea. A Study of Marine Science. London/Aldershot.
- DIETRICH, G. (1970): Alexander von HUMBOLDTs „Physische Weltbeschreibung“ und die moderne Meerforschung. In: 37. Deutscher Geographentag 1969 in Kiel. Tag.-Ber. und wiss. Abh., Wiesbaden, S. 105–122.
- DEFANT, A. (1960): Die meereskundlichen Interessen Alexander von HUMBOLDTs im Lichte der modernen Ozeanographie. In: 32. Deutscher Geographentag 1959 in Hamburg. Tag.-Ber. u. wiss. Abh., Wiesbaden, S. 84–94.
- EDER, N. (1987): Beobachtungsuhren. München.
- ENGELMANN, G. (1969): A. v. Humboldts Abhandlung über die Meeresströmungen. In: Petermanns Mitt. 113, S. 100–110.
- ENGELMANN, G. (1970): Die russische Chronometer-Expedition im Jahre 1833 und ihre Durchführung an der südlichen Ostseeküste. In: Greifswalder-Stralsunder JB. 9, S. 151–167.
- FAAK, M. (Hrsg.) (1986/1990): Alexander von Humboldt. Reise auf dem Rio Magdalena, durch die Anden und Mexico. Aus seinen Reisetagebüchern zusammengestellt und erläutert, mit einer einleitenden Studie von K.-R. Biermann. Teil I, II., Berlin (Beiträge zur Alexander-von-Humboldt-Forschung. 8, 9).
- FAAK, M. (Hrsg.) (2000): Alexander von Humboldt. Reise durch Venezuela. Auswahl aus den amerikanischen Reisetagebüchern. Berlin (Beiträge zur Alexander-von-Humboldt-Forschung. 12).
- GEBAUER, A. (1988): Alexander von Humboldt. Seine Woche auf Teneriffa 1799. Berlin.
- GOULD, R.T. (1978): John Harrison and His Timekeepers. London.
- HAKE, G. (1982): Kartographie I. Berlin, New York.
- HEIN, W.-H. (Hrsg.) (1985): Alexander von Humboldt: Leben und Werk. Frankfurt/M.

- HUMBOLDT, A. v. (1814–1825): Relation historique du Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent, fait en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 et 1804. Paris Vol. 1: 1814, Vol. 2: 1819, Vol. 3: 1825 (Grande Edition Vol. XXVIII–XXX). – (Deutsch: Reise in die Aequinoctial-Gegenden des neuen Continents. In deutscher Bearbeitung von H. Hauff. 4 Bde., Stuttgart 1861. Moderne Ausgabe: Hrsg. von O. Ette, mit Anmerkungen zum Text, einem Nachwort und zahlreichen zeitgenössischen Abbildungen sowie einem farbigen Bildteil, 2 Bde., Frankfurt/M., Leipzig 1991).
- HUMBOLDT, A. v. (1808–1810): Recueil d'observations astronomiques, d'opérations trigonometriques et de mesures barometriques, faites pendant le cours d'une voyage aux régions équinoxiales de Nouveau Continent depuis 1799 jusqu'en 1804. Paris, Vol. I 1898, Vol. II 1810 (Vol. XXI–XXII Grande Edition).
- HUMBOLDT, A. v. (1836–1839): Examen critique de l'histoire de la géographie du Nouveau Continent et des progrès de l'astronomie nautique au XVe et XVIe siècles. Paris (5 Bde.) – deutsch: Kritische Untersuchungen über die historische Entwicklung der geographischen Kenntnisse von der Neuen Welt und über die Fortschritte der nautischen Astronomie in dem 15ten und 16ten Jahrhundert. Aus dem Französischen übersetzt von J.L. Ideler. Berlin 1836–1852 (3 Bde).
- HUMBOLDT, A. v. (1849): Ansichten der Natur, mit wissenschaftlichen Erläuterungen. Stuttgart und Tübingen (2 Bde., 3. verb. und verm. Auflage).
- HUMBOLDT, A. v. (1845–1858): Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung. Stuttgart (Bd. I. 1845, Bd. II, 1847, Bd. III, 1850, Bd. IV, 1858).
- HUMBOLDT, A. v. und A. BONPLANDT (1815): Reise in die Aequinoctial-Gegenden des neuen Continents in den Jahren 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 und 1804. Erster Theil. Stuttgart und Tübingen.
- JAHN, I. und F.G. LANGE (Hrsg.) (1973): Die Jugendbriefe Alexander von Humboldts 1787–1799. Berlin (Beiträge zur Alexander-von-Humboldt-Forschung. 2).
- KORTUM, G. (1985): A. v. Humboldt, M.F. Maury und der Mythos des Telegraphenplateaus im Nordatlantischen Ozean. In: UTHOFF, D. (Hrsg.): Geographie der Küsten und Meere. Berliner Geograph. Studien, 18, 1–13.
- KORTUM, G. (1990): An unpublished manuscript of Alexander von Humboldt on the Gulf Stream. In: W. LENZ and M. DEACON (Eds.): Ocean Sciences. Their History and Relation to Man. Proceed. 4th Intern. Congress on the History of Oceanography, Hamburg: Deutsch. Hydrograph. Zeitschr. Erg. Hefte, Reihe B, 22, 122–129.
- KORTUM, G. (1993): Überfahrten in die Neue Welt. Die Atlantikquerungen von Kolumbus (1492) und Humboldt (1799) im ozeanographiegeschichtlichen Vergleich. In: Zeitschr. f. geolog. Wiss. 21, 605–616.
- KORTUM, G. (1994): Alexander von Humboldts Forschungsfahrt auf dem Kaspischen Meer. In: Deutsche Ges. f. Meeresforschung, Mitteilungen 3, 3–9.
- KORTUM, G. (1994): Alexander von Humboldts Besuch auf Helgoland und die frühe Entwicklung der Meeresbiologie in Deutschland. In: Schr. Naturwiss. Verein Schl.-Holst., 64, 111–133.
- KORTUM, G. und A. LEHMANN (1997): A. v. Humboldts Forschungsfahrt auf der Ostsee im Sommer 1834. Erstmalige Erfassung des Auftriebs vor der Halbinsel Hela. In: Schr. Naturwiss. Verein Schl.-Holst. 67, 45–58.
- KORTUM, G. (1999): Über A. v. Humboldts Atlantikquerung vor 200 Jahren. In: Deutsche Gesellschaft für Meeresforschung/DGM-Mitteilungen 1, 3–9.
- KORTUM, G. (1999): Alexander von Humboldt und seine Ankunft in Südamerika vor 200 Jahren. In: Geographische Rundschau 51, H. 7/8, 428–431.

- KORTUM, G. (1999): „Die Strömung war schon 300 Jahre vor mir allen Fischerjungen von Chili bis Payta bekannt“. – Der Humboldtstrom. In: Alexander von Humboldt-Netzwerke des Wissens. Hrsg.: Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland, Katalog zur Ausstellung im Haus der Kulturen der Welt, Berlin vom 6. Juni–15. August 1999, bearb. von F. Holl und F. Reschke, Berlin, S. 98–10.
- KORTUM, G. (2001): Alexander von Humboldt und das Meer. In: Alexander von Humboldt's Natural History Legacy and its Relevance for Today. Boston University Bicentennial Humboldt Symposium, Oct. 8th–9th, 1999 (im Druck).
- KOHL, J. G. (1868): Geschichte des Golfstroms und seiner Erforschung. Bremen (Reprint Amsterdam 1966).
- KRAUSS, W. (1996): Comments on the Development of our Knowledge of the General Circulation of the North Atlantic Ocean. In: W. KRAUSS (Ed.): The Warmwatersphere of the North Atlantic Ocean. Berlin, Stuttgart, S. 1–31.
- MEIS, R. (1990): Taschenuhren. München.
- MEIS, R. (1999): Taschenuhren. Von der Halsuhr bis zum Tourbillon. München.
- MIKLOSCH, R. (2001): Klassische Chronometer. In: Sonderheft Klassische Marinechronometer Klassik-Uhren. Journal für Freunde klassischer Zeitmesser, Heft 1, S. 12–27.
- MOHEIT, U. (1992): Alexander von Humboldt. Briefe aus Amerika als Beitrag zur Erweiterung geographischen Wissens. In: Petermanns Geogr. Mitt. 136, S. 205–217.
- OSTERHAUSEN, F. v. (1999): Callwey's Uhren-Lexikon. München.
- OSTERHAUSEN, F. v. (2000): Taschenuhren. München.
- PETTERSON, R. G., L. STRAMMER and G. KORTUM (1996): Early Concepts and Charts of Ocean Circulation. Progress in Oceanography, Vol. 37, 1–133.
- REICHS-MARINE-AMT (Hrsg.) (1906): Lehrbuch der Navigation. 2 Bde. Berlin (2. Auflage).
- SEEBERGER, M. (1999): Die ersten Instrumente meiner Zeit. Humboldts Liste seiner in Lateinamerika mitgeführten wissenschaftlichen Instrumente. In: Alexander von Humboldt-Netzwerke des Wissens. Hrsg.: Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland, Katalog zur Ausstellung im Haus der Kulturen der Welt, Berlin vom 6. Juni–15. August 1999, bearb. von F. Holl und F. Reschke, Berlin, S. 58–61.
- SOBEL, D. (1996): Längengrad. Die wahre Geschichte eines einsamen Genies, welches das größte wissenschaftliche Problem seiner Zeit löste. Berlin. Illustrierte Ausgabe mit W. J. H. ANDREWES (2000).
- VERNE, J. (1984): Die großen Seefahrer des 18. Jahrhunderts. Bd. 2. Berlin (Collection Jules Verne Bd. 35, Pawlak).
- WÜST, G.: Alexander von HUMBOLDTs Stellung in der Geschichte der Ozeanographie. In: J. H. Schulze (Hrsg.): Alexander von HUMBOLDT. Studien zu seiner universalen Geisteshaltung. Berlin 1959, S. 90–114.

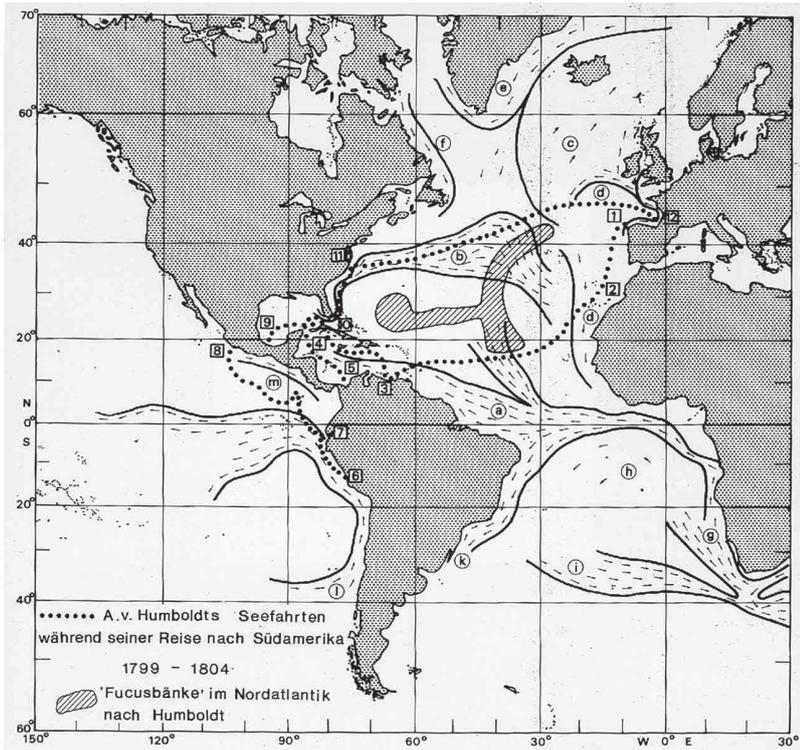


Abb. 2: Die Seefahrten
HUMBOLDTs während seiner
amerikanischen Tropenreise
(1799–1804)

Tabelle zu Abbildung 2

auf Karte	Abschnitt	Datum	Seetage	sm
1-2	Coruña – Teneriffa	05.06.1799–19.06.1799	15	1 078
2-3	Teneriffa – Cumana	25.06.1799–16.07.1799	22	3 072
	Cumana – Caracas	18.11.1799–21.11.1799	4	162
	Nueva Barcelona – Cumana	25.08.1800–27.08.1800	2	54
	Cumana – Nueva Barcelona	17.11.1800	1	54
3-4	Nueva Barcelona – Havanna	24.11.1800–19.12.1800	25	1 563
4-5	Trinidad Cuba – Carthagera	09.03.1801–30.03.1801	21	647
6-7	Callao – Guayaquil	24.12.1802–04.01.1803	12	863
7-8	Guayaquil – Acapulco	17.02.1803–23.03.1803	35	2 264
9-10	Vera Cruz – Havanna	07.03.1804–19.03.1804	13	1 863
10-11	Havanna – Philadelphia	29.04.1804–20.05.1804	22	1 240
11-12	Philadelphia – Bordeaux	30.06.1804–01.08.1804	33	3 611
			205	16 471

Meeresströmungen nach HUMBOLDT und BERGHAUS (1850, Karte Nr. 7)

- | | | |
|---|----------------------------|---------------------------------|
| a. Äquinoctial-Strömung | e. Arktische Strömung | i. südliche Verbindungsströmung |
| b. Golfstrom | f. Hudson-Bai-Strömung | j. Brasilstrom |
| c. Nordatlantische Drift | g. Südatlantische Strömung | k. Peruströmung |
| d. Rennell-Strom/Nord-afrikanische Strömung | h. Südost-Passat-Drift | l. Mexikanische Strömung |