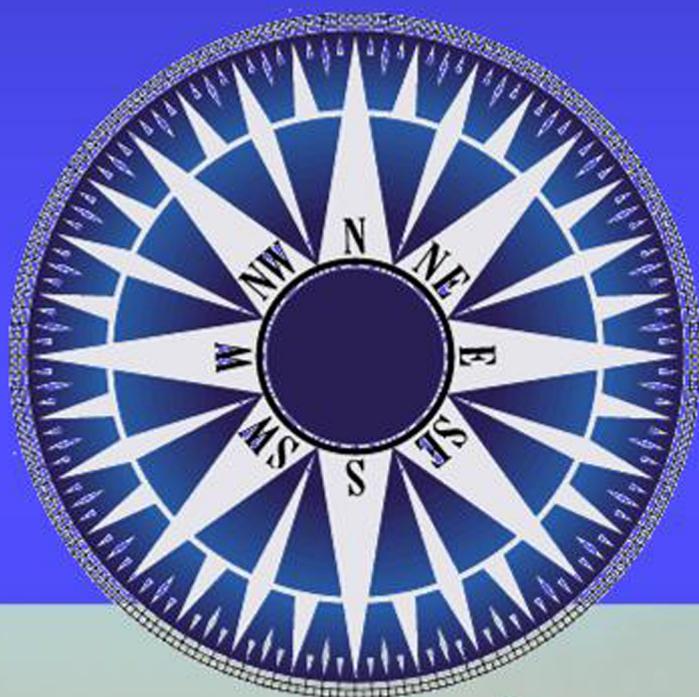


Nuncius Hamburgensis –
Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, Band 14

Gudrun Wolfschmidt (Hrsg.)

Navigare necesse est
Geschichte der Navigation



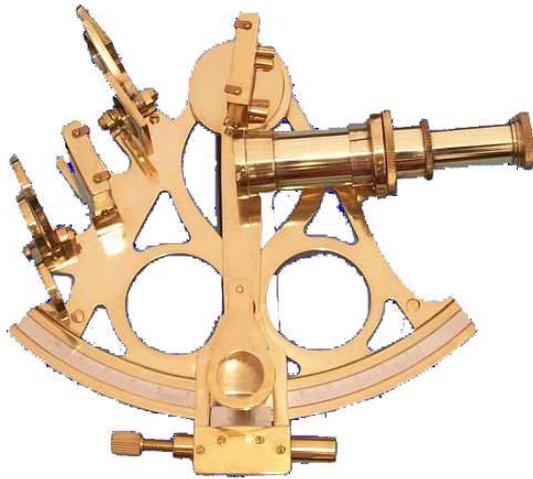


Abbildung 0.1:

Oben: Sextant

Unten: Ansicht der Sternwarte 1835
(mit Denkmal für den Gründer Johann Georg Repsold)

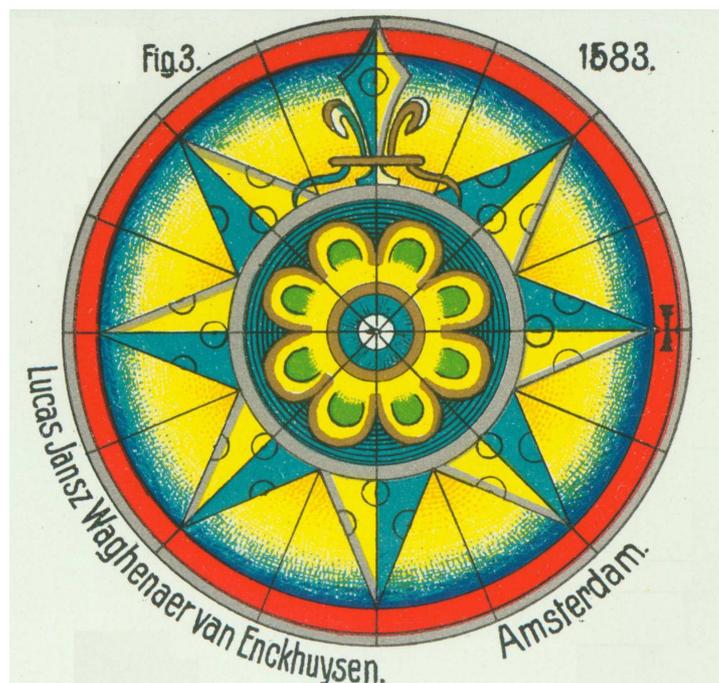
Kolorierter Stahlstich von James Gray, Lithograph aus dem Jahr 1835
(Privatbesitz Jürgen Koch)

Nuncius Hamburgensis
Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften
Band 14

Gudrun Wolfschmidt (Hrsg.)

„Navigare necesse est“
Geschichte der Navigation

Begleitbuch zur Ausstellung in Hamburg und Nürnberg



2008

Nuncius Hamburgensis

Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften

Hrsg. von Gudrun Wolfschmidt,
Bereich Geschichte der Naturwissenschaften, Mathematik und Technik,
Department Mathematik, MIN-Fakultät, Universität Hamburg
ISSN 1610-6164

*Diese Reihe „Nuncius Hamburgensis“
wird gefördert von der Hans Schimank-Gedächtnisstiftung.
Dieser Titel wurde inspiriert von „Sidereus Nuncius“ und von „Wandsbeker Bote“.*

<p>Wolfschmidt, Gudrun (Hrsg.): „<i>Navigare necesse est</i>“ – Geschichte der Navigation. Begleitbuch zur Ausstellung 2008/09 in Hamburg und Nürnberg. Nuncius Hamburgensis – Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften; Band 14 Herstellung und Verlag: Books on Demand GmbH, Norderstedt 2008 (ISBN 978-3-8370-3260-4).</p>
--

Web-Seite der Ausstellung, zusammengestellt von Gudrun Wolfschmidt
unter Mitwirkung von Karl Heinrich Wiederkehr:
<http://www.math.uni-hamburg.de/spag/ign/events/navi-exh.htm>

*Abbildung auf dem Cover vorne und auf Titelblatt: Kompaßrose und Kreuzfahrtschiff
„Europa“ und Radarturm in Hamburg am Köhlbrandt (Foto: Gudrun Wolfschmidt)*

*Abbildung Titelblatt innen: Kompaßrose, Lucas Jansz Waghenaer van Enckhuysen, Am-
sterdam 1583 (Schück I, 1911, Tafel 21)*

*Abbildung Frontispiz und auf dem Cover hinten: Hamburger Sternwarte am Millerntor
und Sextant*

*Zu besonderem Dank verpflichtet sind wir gegenüber Anita Ehlers, München, sowie der
Hans Schimank-Gedächtnisstiftung, die uns großzügig finanzielle Unterstützung für die
Ausstellung und das Begleitbuch gewährt haben.*

Bereich Geschichte der Naturwissenschaften, Mathematik und Technik, Department Ma-
thematik, Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften (MIN), Uni-
versität Hamburg, Bundesstraße 55 – Geomatikum, D-20146 Hamburg

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Gudrun Wolfschmidt 15

Von Kompaß und Sextant zu Radar und GPS – Geschichte der Navigation

Gudrun Wolfschmidt 17

1.1 Anfänge der Navigation 18

1.1.1 Orientierungskünste der Polynesier 18

1.1.2 Odysseus und Pythéas – Navigation in der Antike 19

1.1.3 Navigation der Wikinger 27

1.2 Terrestrische Navigation 29

1.2.1 Magnetismus und Navigation 29

1.2.2 Globen, Portulane und die Entwicklung der Kartographie 36

1.2.3 Navigation mit Kompaß, Log, Sanduhr und Pinnkompaß 41

1.2.4 Magnetische Karten und Magnetischer Verein 44

1.2.5 Der Weg zum Kreiselkompaß – Anschütz-Kaempfe und Einstein . 47

1.2.6 Wind und Meer – Navigation und Hydrographie 51

1.2.7 Seezeichen 56

1.2.8 Leuchttürme und Feuerschiffe 59

1.3 Astronomische Navigation –
Winkelmeßinstrumente und Ephemeriden 65

1.3.1 Bestimmung der geographischen Breite, Polarstern und Ephemeriden 65

1.3.2 Jakobsstab – Transfer von der Astronomie zur Navigation 68

1.3.3 Quadrant 69

1.3.4 Astrolab und Seeastrolab 69

1.3.5 Davis-Quadrant – Backstaff 72

1.3.6 Vollkreis – Reflexionskreis 72

1.3.7 Oktant und Sextant 73

1.4 Längenbestimmung auf See – Astronomische Methoden und Chronometer 78

1.4.1 Astronomische Methoden zur Längenbestimmung 78

1.4.2 Zeitmessung – Von der Sonnenuhr zum Chronometer 81

1.5 Sternwarte, Navigation und Seefahrt 85

1.5.1 Der Nutzen der Astronomie für die Seefahrt (18. Jahrhundert) . . 85

1.5.2 Repsolds Gründung der Hamburger Sternwarte am Millerntor . . 86

1.5.3 Sternwarte und Navigationsschule unter Karl Rümker 88

1.5.4 Sternwarte und Navigationsschule unter George Rümker 89

1.5.5	Zeitbestimmung und der Hamburger Zeitball	90
1.5.6	Firmen für Navigationsinstrumente	93
1.5.7	Die Bedeutung der Deutschen Seewarte für die Navigation	98
1.5.8	Die Navigationsschule in Hamburg (* 1749)	104
1.5.9	Seefahrtsschulen und Navigationsunterricht	106
1.6	Von der optischen und elektromagnetischen Telegraphie zur Funktechnik	109
1.6.1	Anfänge der Kommunikation	109
1.6.2	Optische Telegraphie	110
1.6.3	Elektromagnetische Telegraphie	113
1.6.4	Heinrich Hertz – Entdeckungen der Elektrischen Schwingungen	115
1.6.5	Drahtlose Telegraphie: Technische Anwendungen der Funktechnik (Marconi, Braun)	116
1.6.6	Hülsmeier und sein Telemobiloskop – Anfänge des Radars	127
1.6.7	Satellitenavigation GPS	133
1.7	Literatur	133
Sternenkompaß, Stabkarte und Heilige Kalebasse: Navigation in Ozeanien		
	<i>Michael A. Rappenglück (Gilching)</i>	145
2.1	Hochseetüchtige Segelboote	146
2.2	Segeln nach Sternen und Asterismen – der Sternkompaß	146
2.3	Navigation nach besonderen Land- und Seezeichen	152
2.4	Die „Vogelnavigation“	152
2.5	Die Wellenbewegung des Wassers als Navigationshilfe	152
2.6	Ein Set von Navigationshilfen: der Mensch, das Kanu, das wassergefüllte Rohr, der Schattenstab, der Windkompaß	155
2.6.1	Das Kanu	155
2.7	Das wassergefüllte Rohr	156
2.8	Der Schattenstab	157
2.9	Der Windkompaß	157
2.10	Praktische Lehrgeräte: Stabkarte, Heilige Kalebasse und Steinkanu	157
2.10.1	Stabkarte	157
2.10.2	Die „Heilige Kalebasse“ – Lehrgerät, kosmografisches Modell, Na- vigationshilfe	159
2.10.3	Das „Steinkanu“ – ein archaischer Fahrsimulator	160
2.11	Navigation nach mentalen Karten	160
2.12	Nautische Schulen: Initiation, Bildung, Mnemotechnik	164
2.13	Ozeanische Kosmografien	166
2.14	Literatur	167
Landmarken, Gestirne, Winde, Leuchttürme – Nautik im Altertum		
	<i>Heidi Tauber (Hamburg)</i>	175
3.1	Seefahrt im östlichen Mittelmeer in der späten Bronzezeit (1600–1050 v. Chr.)	176
3.1.1	Das Wrack von Gelidonya	176

3.1.2	Das Wrack von Uluburun	177
3.1.3	Die Hafenstadt Ugarit	179
3.2	Schriftliche Quellen zur Schifffahrtskunde	182
3.2.1	Landmarken, Winde, Sternbilder – Darstellungen in der Odyssee .	182
3.2.2	Sternbilder in den <i>Phainomena</i> des Aratos	185
3.2.3	Windrichtungen am „Turm der Winde“ in Athen	187
3.2.4	Handbücher	189
3.3	Häfen und Leuchttürme	197
3.4	Schlussbetrachtung	203
3.5	Quellen	205
3.6	Literatur	206
Navigation der Wikinger		
	<i>Perry Lange (Hamburg)</i>	209
4.1	Einleitung	209
4.2	Das Wikingerschiff	210
4.3	Die Schifffahrtsbedingungen	212
4.4	Die Handelsrouten	212
4.5	Die Navigation der Wikingerzeit	214
4.5.1	Die Küstenschifffahrt	214
4.5.2	Segelanweisungen	214
4.5.3	Lot und Peilstange	215
4.5.4	Seezeichen	216
4.5.5	Betonnung	216
4.5.6	Die Bedeutung des Windes für die Navigation	217
4.5.7	Vögel als Hilfsmittel in der Navigation	218
4.5.8	Der Leidarsteinn	218
4.6	Hypothetische Navigationsinstrumente	220
4.6.1	Die Peilscheibe vom Siglufjord	220
4.6.2	Das Sonnenschattenbrett	220
4.6.3	Der Sólarsteinn	221
4.7	Literatur	222
Anfänge der Großschiffsnavigation in Nordeuropa		
	<i>Albrecht Sauer (Bremerhaven)</i>	225
5.1	Das <i>Seebuch</i> (um 1470)	229
5.1.1	Das Lot	231
5.1.2	Der Kompass	233
5.1.3	Loggescheit und Sanduhr	235
5.1.4	Seekarten	236
5.1.5	Maßangaben in Segelanweisungen und Reiseberichten	237
5.1.6	Peilungen	238
5.1.7	Lotsen	239
5.1.8	Astronomische Navigation	241

5.2	Einführende Literatur	245
Zur Geschichte der Koordinatensysteme		
	<i>Ernst-Reinhold Mewes (Schleswig)</i>	247
6.1	Erdkoordinaten	247
6.1.1	Der Weg zum international anerkannten Nullmeridian	247
6.1.2	Der Tagesbeginn	248
6.1.3	Die Datumsgrenze	248
6.2	Himmelskoordinaten	250
6.2.1	Das äquatoriale Koordinatensystem	250
6.2.2	Das ekliptikale Koordinatensystem	250
6.2.3	Die Präzession des Frühlingspunkts	253
6.3	Danksagung und Literatur	255
The ‘Magnetick Philosophy’ of William Gilbert – Navigation on see in the darkest night		
	<i>Thomas Sonar (Braunschweig)</i>	257
7.1	William Gilbert and the Gresham circle	257
7.2	William Gilberts dip theory	259
7.3	The Briggsian tables	266
7.4	Bibliography	275
Eisenschiff und Magnetkompaß – Entwicklung der Deviationslehre		
	<i>Bernd Wolfram (Hamburg)</i>	277
8.1	Vorbemerkung:	277
8.2	Entdeckung der Deviation	277
8.3	Erste systematische Untersuchungen	280
8.4	Die Untersuchungen von George Biddell Airy	283
8.5	Literatur	287
Der Kreiselkompass und seine Geschichte		
	<i>Karl Heinrich Wiederkehr (Hamburg)</i>	289
9.1	Literatur	296
Tierische Navigationsfehler? Zur Kultur- und Wissenschaftsgeschichte von Walstrandungen		
	<i>Klaus Barthelmess (Köln)</i>	299
10.1	Frühmittelalterliche Kultgegenstände	300
10.2	Rechtsquellen	300
10.3	Chronographische und historiographische Literatur	300
10.4	Walstrandung und Heilsgeschichte	301
10.5	Walknochen-Denkmäler an öffentlichen Gebäuden	301
10.6	Walstrandungs-Gemälde an öffentlichen Gebäuden	301
10.7	Flugblätter und Flugschriften	302

10.8 Zeichnungen wissenschaftlichen, administrativen und künstlerischen Interesses	304
10.9 Kommerzielle Schaustellung von Wale	305
10.10 Moderne Medien	306
10.11 Forschungstrends	308
10.12 Literatur	309
Entwicklung der Leuchttürme – unter besonderer Berücksichtigung der deutschen Küsten	
<i>Matthias Hünsch (Hamburg)</i>	313
11.1 Historischer Überblick	313
11.2 Funktion der Leuchtfeuer	315
11.2.1 Standortbestimmung, Kompasspeilung, Standlinie	316
11.2.2 Kennzeichnung von Fahrwassern	317
11.2.3 Gefahrenbereiche	318
11.2.4 Hafeneinfahrten	319
11.3 Kennung der Leuchtfeuer	319
11.4 Bauwerke	320
11.4.1 Steintürme	321
11.4.2 Betontürme	321
11.4.3 Holztürme	322
11.4.4 Eisentürme	322
11.4.5 Aluminiumtürme	323
11.4.6 Kunststofftürme	323
11.4.7 Laternen	323
11.4.8 Tageskennung	324
11.5 Lichtquellen	324
11.5.1 Lichtquellen des Altertums	324
11.5.2 Kohlefeuer	325
11.5.3 Dochtlampen	325
11.5.4 Gasglühlicht	326
11.5.5 Elektrische Lichtquellen	327
11.6 Optiken	330
11.6.1 Spiegel	331
11.6.2 Glaslinsen	332
11.6.3 Kombinationen aus Linsen und Spiegeln	336
11.7 Kennungsgeber	336
11.8 Leuchtfeuerwärter	338
11.9 Zukunft der Leuchtfeuer	339
11.10 Literatur	339

Vom Hafen auf die hohe See – Seezeichen auf der Elbe	
<i>Detlev Machoczek (Hamburg)</i>	341
12.1 Einleitung	341
12.2 Pricken und Baken	341
12.3 Tonnen	343
12.4 Leuchttürme, Richt- und Leitfeuer	346
12.5 Feuerschiffe in der Elbmündung	348
12.5.1 Leuchtfeuertechnische Anlagen	352
12.5.2 Akustische und Hochfrequenz-Ortungsanlagen	352
12.6 Literatur	355
J. Pintsch & Söhne: Die Leuchttonne – Mehr Licht für die Schifffahrt	
<i>Detlev Machoczek (Hamburg)</i>	357
13.1 Einleitung	357
13.2 Julius Pintsch & Söhne	357
13.3 Die Entwicklung der Leuchttonne	358
13.4 Die Technik	360
13.5 Literatur	365
Die Gründung der Hamburger Sternwarte und der Navigationsschule auf der Henricus-Bastion am Wall	
<i>Jürgen Koch (Hamburg)</i>	367
14.1 Repsolds Memorandum an das Admiraltätskollegium vom 30. März 1811 (Staatsarchiv Hamburg)	367
14.1.1 Die Gründungsphase der Sternwarte	369
14.2 Die Inbetriebnahme	380
14.3 Die Sternwarte und die Navigationsschule werden Staatsinstitute	384
Anfänge der meteorologischen Navigation im Südatlantik	
<i>Cornelia Lüdecke (München)</i>	387
15.1 Einleitung	387
15.2 Matthew Fontain Maurys Segelanweisungen	387
15.3 Georg Neumayers tägliche synoptische Südatlantikkarten	389
15.4 Wladimir Köppens Windkarten	392
15.5 Erich von Drygalskis internationale meteorologische Kooperation südlich 30°S	393
15.6 Schluß	398
15.7 Literatur	400
Georg von Neumayer und seine Verdienste in der Navigation	
<i>Karl Heinrich Wiederkehr (Hamburg)</i>	403
16.1 Einleitung	403
16.2 Denkschrift zu einer meteorologisch-geophysikalischen Navigation 1856	403

16.3	Einführung der Deviationslehre beim Magnetkompass	406
16.4	Literatur	410
Zeitmessung in der Seefahrt mit speziellen Sanduhren		
	<i>Bernhard Möller (Hamburg)</i>	413
17.1	Einleitung	413
17.2	Glasen- und die Log-Sanduhr	414
17.3	Glaskolben und Füllung	415
	17.3.1 Herstellung von Glaskolben und Glaskörperformen	415
	17.3.2 Einige Anmerkungen zum Schüttgut	415
17.4	Beispiele für Glasen- und Wachsanduhren, 30 Minuten bis 4 Stunden . .	417
17.5	Beispiel für Logsanduhren, Laufzeiten 14 oder 28 Sekunden	422
17.6	Anhang: Messanordnung zur Messung der Schiffsgeschwindigkeit	425
17.7	Literatur	426
Entwicklung des Chronometers		
	<i>Manfred Lux (Wedel)</i>	429
18.1	Sprachverwirrung um den Begriff „Chronometer“: Seeuhr – Längenuhr – Chronometer	429
18.2	Das „Längenproblem“ und seine Lösung durch John Harrison	431
18.3	Johann Heinrich Kessels und seine Bedeutung für die Entwicklung der Chronometer in Deutschland	435
	18.3.1 Alexander von Humboldts königliches Geschenk	435
	18.3.2 Wer war nun der Altonaer Chronometermacher Johann Heinrich Kessel?	436
18.4	Kessels „Altonaer Schule“ und die Nachfolger Kessels in Altona und Ham- burg	438
18.5	Von der Manufaktur zur industriellen Fertigung – Die 100jährige Geschichte der Wempe Chronometerwerke in Hamburg . .	440
	18.5.1 Gründung der Chronometerwerke in Hamburg (1905)	441
	18.5.2 Zeitzeichengeber	443
	18.5.3 Übernahme der Chronometerwerke durch Wempe	443
	18.5.4 Entwicklung des Einheitschronometers und die Kriegsproduktion .	446
	18.5.5 Der Neuanfang nach 1945	447
18.6	Zeitbestimmung und Zeitbewahrung – Wechselbeziehungen zwischen Astronomen und talentierten Uhrmachern	448
Bemerkungen zur modernen Astronomischen Navigation		
	<i>Reinhard A. Krause (Bremerhaven)</i>	451
19.1	Literatur	458
Radarnavigation in der Seeschifffahrt		
	<i>Harald Goldbeck-Löwe (Hamburg)</i>	461
20.1	Schiffe im Nebel	461

20.2	Entwicklungen bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs	462
20.3	Radarnavigation an Bord von Seeschiffen	465
20.3.1	Die ersten Geräte in der Handelsschiffahrt	465
20.3.2	ARPA, Raster Scan Scope und Digitalisierung	470
20.3.3	ECDIS, GPS, AIS und Systemintegration	474
20.4	Navigationsunterstützung durch Landradarketten	480
20.4.1	Konzept und erste Realisierungen im Ausland	480
20.4.2	Planung der ersten Radarkette im Hamburger Hafengebiet	480
20.4.3	Ausbau der Radarketten an der Deutschen Bucht	482
20.5	Das Verkehrssicherungssystem Elbe – ein Beispiel	485
20.6	Glossar	489
20.7	Literatur	491
Flugnavigation und Sextanten		
	<i>Hans Blank (Hamburg)</i>	495
21.1	Die Entwicklung der Flugnavigation	495
21.1.1	Organisationen der Flugnavigation	497
21.2	Einleitung: Navigationsinstrumente bis zum 18. Jahrhundert	498
21.3	Sextanten zur Flugnavigation	500
21.3.1	Künstliche Horizonte	500
21.3.2	Libellensextant	500
21.3.3	Pendelsextanten	502
21.3.4	Kreiselsextant	502
21.4	Motorflug	503
21.4.1	Atlantiküberquerungen	503
21.5	Moderne Flugzeugsextanten	505
21.5.1	Periskop-Sextant	507
21.5.2	Automatischer photoelektrischer Sextant	507
21.5.3	Fairchild A-10A	507
21.6	Schlussbetrachtung	509
21.7	Literatur	509
Funknavigation und -lenkung von Luftfahrzeugen und Raketen im Zweiten Weltkrieg		
	<i>Thomas Lange (Hamburg)</i>	513
22.1	Funkführungs- und Navigationsverfahren	515
22.1.1	Die zivilen Funklandeverfahren	515
22.1.2	Das X-Verfahren im „Battle of Britain“	516
22.1.3	Der Knickebein-Leitstrahl, the „Crooked Leg“	519
22.1.4	Das Y-Verfahren, der „einäugige Wotan“	521
22.1.5	GEE – Hyperbelnavigation der englischen Bomber	524
22.1.6	OBOE – der gefürchtete Bumerang	526
22.1.7	H2S – Angriff mit der Zentimeterwelle	529
22.2	Funklenkverfahren	532
22.2.1	Fernlenkung von ballistischen Raketen	532

22.2.2 Fernlenkung von Flugabwehrraketen	534
22.3 Zusammenfassung	537
22.4 Quellenangaben	538
Abbildungsverzeichnis	540
Autoren	553
Nuncius Hamburgensis	563
Index	567



Abbildung 0.2:
Logsanduhr (3min) – „Navigare necesse est“

Foto: Gudrun Wolfschmidt

Vorwort

„*Navigare necesse est*“

Als Motto für die Ausstellung und das Begleitbuch wurde gewählt „*Navigare necesse est*“. Dieses Motto hat uns Plutarch (um 45 – um 125 n. Chr.) überliefert. Es geht auf den römischen Feldherrn Gnaeus Pompeius Magnus (106–48 v. Chr.) zurück, der für die Getreideversorgung Roms verantwortlich war und den Seeleuten, die wegen des Sturms nicht auslaufen wollten, zugerufen haben soll: „*Navigare necesse est, vivere non est necesse*“ (Seefahrt tut not, Leben ist nicht nötig). Dieses Motto „*Seefahrt tut not*“ wurde populär, weil diesen Titel auch ein Roman des norddeutschen Schriftstellers Gorch Fock [Johann Kinau] (1880–1916) trägt.

„*Navigare necesse est*“ – das erkannten nicht nur die Römer. Ohne die Erkenntnisse der Seefahrer wären die Entdeckungen im 15. und 16. Jahrhundert und der Handel mit aller Welt nicht möglich gewesen. Der Leitsatz findet sich auf vielen Dingen, die in Verbindung zur Seefahrt stehen, auf Gebäuden, Schiffen oder auf Sanduhren.¹ Die Inschrift des Portals des Hauses der Seefahrt in Bremen lautet ähnlich: „*Es ist notwendig, Schifffahrt zu treiben, es ist nicht notwendig zu leben.*“ Bei dem Service „*Navigare*“ von Gotthardt wurde der Spruch abgewandelt in „*Navigare vivere est*“.

Der Wort Navigation stammt aus dem Lateinischen „*navis agere*“ und bedeutet „ein Schiff führen“. Im Zentrum des Interesses steht die Bestimmung der Position auf See. Dafür entwickelte man eine Vielzahl von immer verfeinerten Instrumenten (Kompaß, Jakobsstab, Sextant, Chronometer, usw. bis zur Funk-, Radartechnik und zum GPS). Ausgehend von Koppelnavigation wurden im Laufe der Zeit neue Sensoren und Meßprinzipien entwickelt, mathematische und technische Neuheiten führen dazu, daß die Navigation als selbstständige Wissenschaft mit vielen Anwendungsmöglichkeiten etabliert wurde.

Der Begriff, der anfangs auf die Seefahrt beschränkt war, hat sich heute erweitert bis zur virtuellen Navigation:

- Navigation auf See (Astronomische und terrestrische Navigation, Funk- und Radartechnik)
- Navigation in der Luft- und Raumfahrt
- Navigation auf der Straße (Satellitennavigation GPS, Navigationssysteme)
- Navigation bei Tieren (z. B. bei Vögeln, Walen, Seehunden)
- Navigation im Internet.

Gudrun Wolfschmidt

¹ vgl. Hochschule für Schifffahrt Warnemünde; das Wappen der Rotterdam Studenten Vereniging „*Sanctus Laurentius*“ heißt auch „*Navigare necesse est*“. In der Ausstellung findet sich eine Sanduhr und Geschirr mit dem Motto.