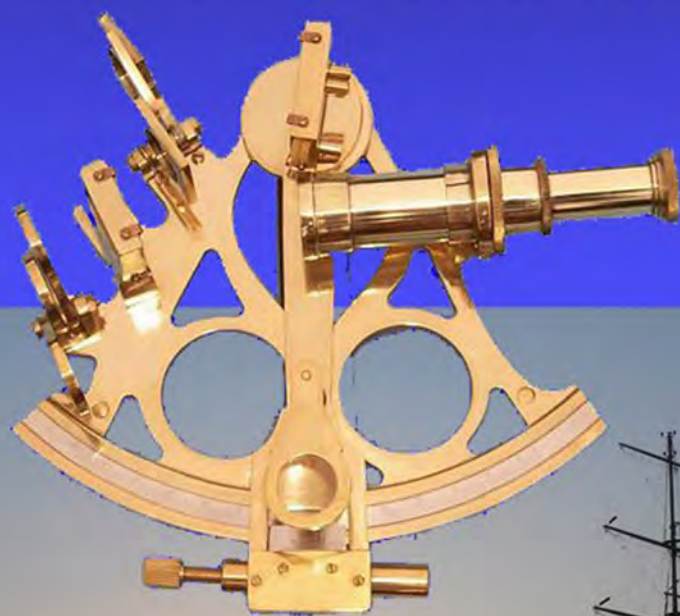


Nuncius Hamburgensis –
Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, Band 15

Gudrun Wolfschmidt (Hrsg.)

Sterne weisen den Weg



Geschichte der Navigation

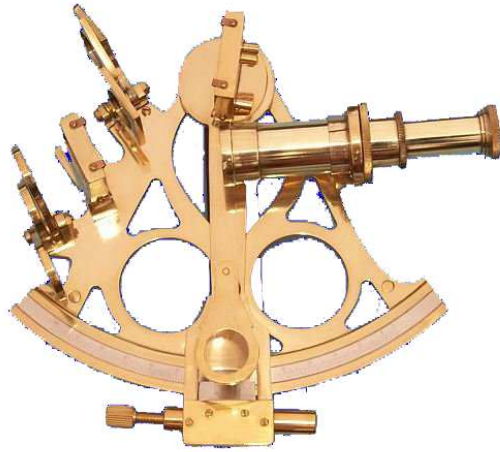


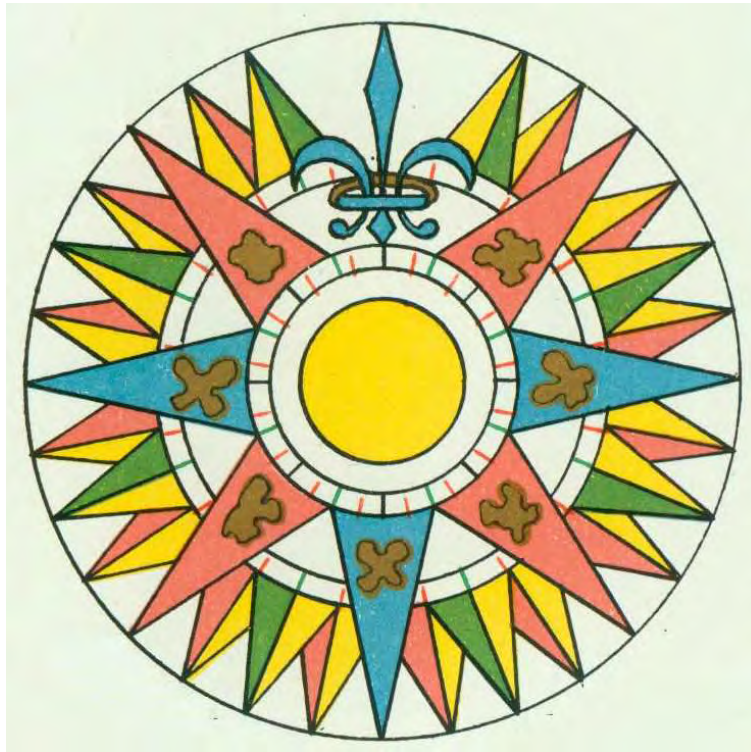
Abbildung 0.1:
Oben: Kompaß und Sextant
Unten: Modell der Hamburger Sternwarte am Millerntor,
gebaut von Heinz Otto Kult (2008)
Foto: Heinz Otto Kult (Hamburg)

Nuncius Hamburgensis
Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften
Band 15

Gudrun Wolfschmidt

„Sterne weisen den Weg“
Geschichte der Navigation

Katalog der Ausstellung in Hamburg und Nürnberg



2009

Nuncius Hamburgensis

Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften

Hg. 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“.*

Wolfschmidt, Gudrun:
„Sterne weisen den Weg“ – Geschichte der Navigation.
Katalog zur Ausstellung im Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung Hamburg, in der Hamburger Sternwarte in Bergedorf und im Planetarium in Nürnberg, 2008 bis 2010, zusammengestellt von Gudrun Wolfschmidt und Karl Heinrich Wiederkehr.
Nuncius Hamburgensis – Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften; Band 15
Herstellung und Verlag: Books on Demand GmbH, Norderstedt 2009. (ISBN 978-3-8370-3969-6).

Web-Seite der Ausstellung:

<http://www.math.uni-hamburg.de/spag/ign/events/navi-exh.htm>

*Abbildung auf dem Cover vorne: Segelschiff auf der Elbe und Sextant –
Foto: Gudrun Wolfschmidt*

Abbildung Titelblatt innen: Kompaßrose, Madrid 1345 (Schück I, 1911, Tafel II, Fig. 7)

Abbildung Frontispiz: Modell der Hamburger Sternwarte am Millerntor, Kompaß, Sextant

Abbildung auf dem Cover hinten: Hafen Hamburg und Astrolab – Foto: Gudrun Wolfschmidt

Zu besonderem Dank verpflichtet sind wir gegenüber Anita Ehlers, München, dem Förderverein Hamburger Sternwarte und der Hans Schimank-Gedächtnisstiftung, die uns zuverlässig finanzielle Unterstützung für die Ausstellung und den Katalog gewährt haben.

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

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	
<i>Gudrun Wolfschmidt</i>	7
Grußwort der Hamburger Sternwarte	
<i>Jürgen Schmitt</i>	9
Grußwort – Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung Hamburg	
<i>Peter Daschner und Detlef Kaack</i>	10
Grußwort Nürnberg	
<i>Günter Löffladt (Nürnberg)</i>	12
Katalog zur Ausstellung	
<i>Gudrun Wolfschmidt unter Mitwirkung von Karl Heinrich Wiederkehr</i>	15
Anfänge der Navigation	
Polynesien, Bronzezeit, Ägypten, Antike, China, Araber, Wikinger	17
1.1 Anfänge der Navigation – Polynesien, Bronzezeit, Ägypten	17
1.2 Navigation der Antike	25
1.3 Navigation der Chinesen und Araber – Magneteisenstein	37
1.4 Navigation der Wikinger	47
Kompaß und erdmagnetische Karten	51
2.1 Der Transfer des Magnetkompaß ins Abendland	51
2.2 Erdmagnetische Karten	70
2.3 Der Weg zum Kreiselkompaß	83
Kartographie und weitere Navigationshilfen	95
3.1 Seefahrer, Globen und Kartographie	95
3.2 Koppel-Navigation: Sanduhr, Log und Pinnkompaß	111
3.3 Lot und Tiefenmessung	120
3.4 Wind, Wetter, Meer	123
Astronomische Navigation: Seeastrolab, Jakobsstab, Sextant	131
4.1 Himmelsglobus und Armillarsphäre – Modelle des Kosmos	132
4.2 Astrolab und Seeastrolab	136

4.3	Quadrant	142
4.4	Kamal, Jakobsstab und Backstaff	145
4.5	Oktant und Sextant	149
	Messung des Längengrades – Uhren, Chronometer	161
5.1	Sonnenuhren und Nokturnal	165
5.2	Sternwarte, Zeitbestimmung und Zeitball	171
5.3	Längengrad und Chronometer	179
5.4	Navigationschule	188
	Terrestrische Navigation	193
6.1	Fernrohre und Feldstecher	194
6.2	Leuchttürme und Feuerschiffe	199
6.3	Seezeichen, Tonnenleger	208
	Signaltechnik, Telegraphie und Funktechnik	219
7.1	Kommunikation auf See: Signaltechnik	221
7.2	Optische und elektromagnetische Telegraphie und Morse-Code	222
7.3	Funknavigation	233
	Moderne Navigation: Radar, Flug- und Satellitennavigation	257
8.1	Radar	257
8.2	Die moderne integrierte Schiffsbrücke	268
8.3	Flugnavigation	273
8.3.1	Hauptfluginstrumente	273
8.3.2	Flugnavigation – Peilverfahren	283
8.3.3	Flugnavigation – Hyperbelmethoden	283
8.4	Raketen- und Satellitennavigation	285
	Literatur	295
	Anhang: Leihgeber für die Ausstellung	311
10.1	Leihgeber: Personen	311
10.2	Leihgeber: Institutionen	313
10.2.1	Helfer bei der Ausstellung	315
	Abbildungsverzeichnis	316
	Nuncius Hamburgensis	326
	Index	329

Vorwort

„Sterne weisen den Weg“

Ohne Navigation wäre Hamburg, das Tor zur Welt, nicht das, was es ist. Navigation hat die Welt begreifbar und kartografierbar gemacht. Navigation hat die Welt befahrbar gemacht. Erst die Navigation hat weltweiten Handel und weltweite Kommunikation ermöglicht. Als Motto für das Begleitbuch und für die Ausstellung im Landesinstitut für Lehrerbildung wurde „*Navigare necesse est*“ gewählt. Die Ausstellung in der Hamburger Sternwarte und im Planetarium in Nürnberg trägt den Titel „*Sterne weisen den Weg*“, um die Beziehung zwischen Navigation und Astronomie zu betonen. Die Ausstellung wurde anlässlich des 175jährigen Jubiläums der Hamburger Sternwarte, die 1833 Staatsinstitut wurde, zusammengestellt und zeigt deutlich die enge Verbindung zwischen Sternwarte zur Zeitbestimmung und Navigationsschule. Die Orientierung anhand der Gestirne spielt die entscheidende Rolle bei der Navigation auf offener See. Sogar das moderne GPS-System basiert letztlich auf dem Sternhimmel.

Der Begriff Navigation, 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 (Navigationssysteme GPS, Satellitennavigation)
- Navigation bei Tieren (z. B. bei Vögeln, Walen, Seehunden, Bienen)
- Navigation im Internet.

Die Ausstellung wurde konzipiert von Gudrun Wolfschmidt unter Mitwirkung von PD Dr. Karl Heinrich Wiederkehr, Bereich Geschichte der Naturwissenschaften, Mathematik und Technik der Universität Hamburg, zum Internationalen Jahr der Astronomie 2009.

Speziell die Ausstellung in der Hamburger Sternwarte in Bergedorf ist eine Veranstaltung des Fördervereins Hamburger Sternwarte. Eine weitere Präsentation ist in Zusammenarbeit mit dem Cauchy-Forum im Planetarium Nürnberg für 2010 geplant.

Schließlich möchte ich mich ganz außerordentlich bei Herrn Wiederkehr bedanken für seine guten Ratschläge und seine eifrige Mitwirkung, ferner bei allen Leihgebern und Helfern für ihre großartige Unterstützung.

Gudrun Wolfschmidt



Abbildung 0.2:
Hauptgebäude der Hamburger Sternwarte
Foto: Gudrun Wolfschmidt (2004)

Grußwort der Hamburger Sternwarte Jürgen Schmitt (Hamburg)

„Navigare necesse est“ – dies ist das Leitmotiv der Ausstellung „Geschichte der Navigation“. Dieser Ausspruch wird dem römischen Feldherrn Pompejus zugeschrieben. Das besagte lateinische Sprichwort geht dann weiter mit „vivere non est necesse“, und ich bin mir sicher, dass über die Wichtigkeit der Seefahrt und des Lebens im allgemeinen heute andere Vorstellungen herrschen als zu Pompejus’ Zeiten.

Klar ist aber in jedem Fall, dass die Geschichte der Navigation und der Astronomie in enger Weise verbunden sind. Das zeigt sich ganz besonders im Falle Hamburgs, wo die Hamburger Sternwarte als erste wissenschaftliche Einrichtung der Freien und Hansestadt Hamburg zusammen mit einer Navigationsschule im Jahre 1833 errichtet wurde. Große Namen in der Astronomie wie beispielsweise E. Halley oder C. F. Gauß sind ebenfalls große Namen in der Navigation.

Heute haben sich Navigation und Astronomie in verschiedene Richtungen entwickelt. Die Navigation erfolgt zumindest im Normalfall ohne jedwede astronomische „Zutaten“ (solange das GPS-Gerät funktioniert!), und die Astronomie hat sich zur Astrophysik weiterentwickelt, die nach einem physikalischen Verständnis der verschiedenen Himmelskörper trachtet. Um so mehr ist es wichtig, sich auf gemeinsame Wurzeln der Navigation und Astronomie zurückzubedenken, und ich wünsche der Ausstellung „Navigare necesse est – Geschichte der Navigation“ viel Erfolg und Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit.

Grußwort – Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung Hamburg

Ich freue mich, dass ich Ihnen wieder eine Ausstellung am LI ankündigen kann, die in Zusammenarbeit von Frau Prof. Dr. Wolfschmidt, Bereich Geschichte der Naturwissenschaften der Universität Hamburg, und von Herrn Kaack, Arbeitsbereich Fortbildung Physik des Landesinstituts, präsentiert wird. Die Ausstellung wurde konzipiert und zusammengetragen von Frau Wolfschmidt unter Mitwirkung von Herrn PD Dr. Karl Heinrich Wiederkehr. Als zweite Ausstellung dieser Art leitet sie möglicherweise eine kleine Tradition ein, die wir gern fortführen wollen.

Peter Daschner,
Direktor des LI Hamburg



Abbildung 0.3:
Leuchttürme

Foto: Gudrun Wolfschmidt

Grußwort – Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung Hamburg

Navigation ist ein Thema, das in keinem Physik-Lehrplan explizit thematisiert wird. Welche Bedeutung hat also Navigation für die Physik und umgekehrt?

Navigation hat mit Positionsbestimmung, Geschwindigkeiten, Richtungen und Entfernungen zu tun. Dies klingt bereits physikalisch. Alle Individuen und alle technischen Apparaturen, die sich mehr oder weniger frei bewegen, sind auf Navigation angewiesen. Ist die Information über die eigene Position, Geschwindigkeit, deren Richtung und die Entfernung zu anderen wichtigen Dingen unbekannt, so kann es mit großer Wahrscheinlichkeit zu Katastrophen kommen. Dies gilt für die meisten Lebewesen und ebenso für technische Apparaturen wie Fortbewegungsmittel und Sonden. Orientierungslosigkeit stellt immer eine akute Krise dar und ist extrem gefährlich.

Klassisch denkt man beim Thema Navigation an Schiffe. Hier spielen die Gestirne eine Rolle, die Astronomie. Es werden visuelle Daten und mathematische Methoden benötigt, um die eigene Position auf See zu bestimmen. Neben Kompass, Seekarten, Leuchttürmen, Seezeichen, Funkfeuern, Nebelhörnern und Kreiselkompass ist das GPS, das Satellitennavigationssystem der USA zu nennen. Letzteres führt zu Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie, denn ohne ihre Berücksichtigung war die heutige Genauigkeit nicht zu erreichen. Untrennbar ist dies verbunden mit elektromagnetischen Wellen, deren Theorie auf Heinrich Hertz zurückgeht.

Denkt man genauer über Navigation nach, dann fallen einem auch Flugzeuge ein, ja auch Autos müssen navigieren. Doch wer denkt an die Reiserouten der Wildgänse, Störche, Fledermäuse oder Wale? Wie wird hier eigentlich navigiert? Wie findet die Sonde den Mars, die Katze nach Hause, der Frosch den Tümpel oder die Biene die Blüte? Alle führen sie Navigation durch, auch wenn dies unbewusst, also „automatisch“ abläuft. *Navigare necesse est. Navigation is necessary.*

Im Rahmen der aktuellen Bildungsoffensive, die den individualisierten Unterricht mit viel Kontext-Bezug verbessern und dabei komplexe und bedeutungsvolle Aufgabenstellungen aufweisen soll, ist Navigation in all ihren Facetten als komplexes, relevantes und fachübergreifendes Thema bestens geeignet. Wir sollten sie für den Physikunterricht neu entdecken und nutzen. Ich bin sicher, dass das für diesen Anlass entstandene Begleitwerk der Ausstellung Lehrerinnen und Lehrern viele Hintergründe und Anregungen geben kann, diese Aspekte im Physikunterricht zu nutzen und dies auch fächerübergreifend mit der Biologie zusammen zu thematisieren.

Detlef Kaack,
Fortbildung Physik,
LI Hamburg

Grußwort für die Ausstellung in Nürnberg Günter Löffladt (Nürnberg)

Nuperrime in urbe nurenberga ... vier einfache lateinische Worte in einem folgeschweren Brief, den kein Geringerer als der größte Mathematiker und Astronom des 15. Jahrhunderts, Johannes Müller aus Königsberg, genannt Regiomontanus, schrieb und darin seinen Umzug nach Nürnberg, dem *Quasi centrum europae*, wie er es nannte, begründete. Mit Regiomontanus kam ein Forscher – der Leuchtturm gleich – Nürnberg namentlich als Wissenschaftsmetropole auswies. Denn wie es Wolfgang von Stromer ausdrückt, war Nürnberg in dieser Zeit ein „Epizentrum von Erfindungen und Innovationen“. Tatsächlich war Nürnberg ein bedeutendes, wenn nicht das bedeutendste mathematisch-astronomische Zentrum Europas in dieser Zeit der Renaissance.

Große Namen reihen sich wie Perlen an einem Faden aneinander. So wurde 1471, als Regiomontanus dauerhaft nach Nürnberg umzog, der größte Sohn dieser Stadt der weltberühmte Maler und Mathematiker Albrecht Dürer geboren. Aber nicht nur berühmte Gelehrte prägten an der Schwelle der Neuzeit das Bild der Stadt, sondern auch ruhmreiche Kaufleute und Handwerker trugen das ihre zum wirtschaftlichen Reichtum und damit zu der Ausstrahlung und Anziehungskraft von Nürnberg bei. Vor allem partizipierte die Stadt in dieser Epoche des Um- und Aufbruchs von der kam stillbaren Neugier der Menschen neue Länder zu entdecken, sowie tiefere Erkenntnisse in den wissenschaftlichen Disziplinen gewinnen zu wollen.

Navigieren, also das Orientieren und das Bestimmen von Ort und Ziel, wurden sowohl in der Theorie der Erkenntnisgewinnung, als auch in der Praxis der Entdeckungsfahrten zur zwingenden Notwendigkeit. Die Erkundung von Erde und Himmel, sowie deren Vermessung wurden zu der Leitlinie der Forscheraktivitäten. So setzte Regiomontanus mit der Veröffentlichung seiner Tafeln für die exakte Bestimmung der Positionen von Mond, Sonne und Planeten für jeden Tag – den Ephemeriden – für die Jahre 1475 bis 1506 neue Maßstäbe in der Genauigkeit der Berechnung, sodass sie selbst Columbus auf seinen Entdeckungsfahrten als Navigationshilfe dienen konnten. Um diese geographischen Ortsbestimmungen aber vornehmen zu können, benötigt man bekanntlich wissenschaftliche Instrumente, wie Uhren, Kompassse, Sonnenuhren, Karten, Globen, Sextanten, Astrolabien, Quadranten, Proportionalzirkel – und hier kommt wieder Nürnberg ins Spiel, denn diese Stadt war eine Hochburg des Instrumentenbaus.

So entstand unter der Federführung des Nürnberger Kosmographen Martin Behaim im Jahr 1492 der erste Erdglobus, genannt Erdapfel. Ein weiterer Nürnberger Peter Henlein entwickelte das „Nürnberger Ei“ eine tragbare Uhr. Erhard Etzlaub, der Astronom, Kartograph und Kompassmacher, schuf die erste politische Karte Deutschlands und die bekannte „Romwegkarte“. Paul Pfinzing erstellte 1594 zahlreiche Karten über das Nürnbergische Territorium, die unter dem Namen Pfinzing-Atlas bekannt geworden sind. Hartmann Schedel gab 1493 seine Weltchronik heraus.

Johannes Schöner, der berühmte Mathematiker, Geograph und Kartograph baute Erd- und Himmelsgloben von großer Genauigkeit und der Instrumentenmacher Georg Hartmann fertigte Astrolabien und Sonnenuhren – von bis dahin nicht gekannter Präzision – an. Diese großartigen Leistungen wurden nur durch die enge Verzahnung der Bereiche Navigation – Astronomie – Kartographie – Geodäsie möglich. In den folgenden Jahrhunderten waren es der Astronom Georg Christoph Eimmart, der Landkartenverleger Johann Baptist Homann und andere, die den Ruf Nürnbergs auf diesen Gebieten weiter getragen haben. Es ist deshalb nahezu zwingend, dass sich Nürnberg an diese ruhmreiche Vergangenheit in Wort und Bild erinnert.

Wir freuen uns deshalb sehr, dass wir im „Internationalen Jahr der Astronomie 2009“ aus Anlass und im Rahmen des „Simon-Marius-Symposiums“ – das unter Federführung des Cauchy-Forums-Nürnberg e. V. und der Universität Hamburg, Bereich Geschichte der Naturwissenschaften, Department Mathematik, durchgeführt wird – im Planetarium in Nürnberg die Ausstellung „*Sterne weisen den Weg*“ – *Geschichte der Navigation* zeigen können, denn Navigation – zunächst ja nur der Schiff-, der Luft- und der Raumfahrt vorbehalten – hat längst Einzug auch in den Landverkehr und damit in die Kartographie gefunden.

Wir danken ganz herzlich Frau Professor Dr. Gudrun Wolfschmidt für diese Möglichkeit, diese von ihr konzipierte Ausstellung den Nürnberger Bürgern präsentieren zu können.

Günter Löffladt

1. Vorsitzender
Cauchy-Forum-Nürnberg e. V.
Interdisziplinäres Forum
für Mathematik und ihre Grenzgebiete,
Nürnberg