

Kartieren um 1800

# Laboratorium Aufklärung

Herausgegeben von

Daniel Fulda, Stefan Matuschek, Hartmut Rosa

Wissenschaftlicher Beirat

Frauke Berndt (Germanistik, Zürich); Fritz Breithaupt  
(Germanistik, Bloomington); Ralf Koerrenz (Pädagogik, Jena);  
Jonathan Sheehan (Geschichte, Berkeley);  
Heinz Thoma (Romanistik, Halle) und  
Frederic Vandenberghe (Soziologie, Rio de Janeiro)

Band 19

Andreas Christoph (Hg.)

# Kartieren um 1800

Wilhelm Fink

Wir danken der DFG für die Bereitstellung der finanziellen Mittel sowie für die Förderung der weiteren Projekte im Sonderforschungsbereich 482 „Ereignis Weimar-Jena. Kultur um 1800“.

Umschlagabbildung: Netz der topographisch-militairischen Chartre von Teutschland in 204 Blättern. In: Allgemeine Geographischen Ephemeriden 22 (1807), Weimar 1807. // Thüringer Universitäts- und Landesbibliothek (ThULB): 8 Geogr.I,87

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk sowie einzelne Teile desselben sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung des Verlags nicht zulässig.

© 2019 Wilhelm Fink Verlag, ein Imprint der Brill-Gruppe  
(Koninklijke Brill NV, Leiden, Niederlande; Brill USA Inc., Boston MA, USA;  
Brill Asia Pte Ltd, Singapore; Brill Deutschland GmbH, Paderborn, Deutschland)

Internet: [www.fink.de](http://www.fink.de)

Einbandgestaltung: Evelyn Ziegler, München  
Herstellung: Brill Deutschland GmbH, Paderborn

ISBN 978-3-7705-5189-7 (paperback)

ISBN 978-3-8467-5189-3 (e-book)

## INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	7
Joachim Neumann: Zur Kartenprojektion oder Die kartographischen Abbildungen um 1800	11
Gyula Pápay: Die Umbruchepoche der topographischen Kartographie um 1800. Übergang zur größeren Homogenität	35
Jan von Brevern: Das landschaftliche Auge. ‚Sehen lernen‘ um 1800	57
Kathrin Polenz: Geognostisches Reisen um 1800 – Zwischen wissenschaftlicher Praxis und theoretischer Beschreibung	73
Kerrin Klinger: Mathematische Einschreibehefte der freiherrlichen Familie von Hardenberg – Feldmesskunst und Praxisbezug in der adligen Ausbildung um 1800	101
Ueber den methodischen Unterricht in der Geographie von Adam Christian Gaspari	
Kommentar zum Reprint	125
Adam Christian Gaspari: Ueber den methodischen Unterricht in der Geographie und die zweckmässigen Hülfsmittel dazu (Weimar 1796)	131
Autorenverzeichnis	181
Abbildungsverzeichnis	183
Personenregister	187



## VORWORT

Der vorliegende Band *Kartieren um 1800* vereint Aufsätze, die sich aus unterschiedlichen fachwissenschaftlichen Perspektiven der Thematik Kartographie annähern, um Kartenprojektionen, Landschaftswahrnehmungen, Vermessungspraktiken und literarische Diskurse disziplinübergreifend zu diskutieren. Dadurch verschmelzen kunst- und literaturwissenschaftliche Ansätze mit dem theoretischen und praktischen Wissen der Kartographen.

Der Beitrag von Joachim Neumann setzt zum Auftakt die notwendige mathematische Klammer, indem er die Vielzahl der Projektionsmöglichkeiten des Dreidimensionalen in die Zweidimensionalität vorstellt und sich dabei aber auf die historisch geläufigsten Darstellungsformen beschränkt, was in der quellennahen Analyse besonders deutlich wird. Eine Kartenauswahl im Mittelteil des Buches liefert dazu eine kaleidoskopartige Sicht auf das im 18. und 19. Jahrhundert verfügbare kartographische Verlagsportfolio. Gyula Pápay beschäftigt sich insbesondere mit der theoretischen Auseinandersetzung mit sämtlichen Fragen der historischen Kartographie und einem ausgeprägtem Interesse für die informationstechnologische Interpretation historischer Raumkonzepte. Sein Aufsatz handelt von der Schwierigkeit der Reliefdarstellung auf der Karte, die nicht nur mathematisch zu interpretieren ist, sondern in Form von Schraffen und Schummerungen auch die vermittelnde Position der Kartographie zwischen Kunst und Wissenschaft betont. Der Kunsthistoriker Jan von Brevern analysiert den Blick auf die Landschaft aus literaturwissenschaftlicher, kunsttheoretischer und physiologischer Perspektive. Von den Alpen bis zum Mond diskutiert er die ästhetischen Dimensionen der Raumwahrnehmung und stellt dabei auch vergessene und heute unbekanntere Präsentationsformen der Erdoberfläche dar. Die Wissenschaftshistorikerin Kathrin Polenz setzt sich in ihrem Beitrag mit der Disziplinentwicklung der Geologie auseinander und verbindet die seit der Mitte des 18. Jahrhunderts einsetzende Zunahme der Reisen durch die Alpen und die deutschen Mittelgebirge mit den Bestrebungen des Geognosten Abraham Gottlob Werner (1749–1817). Dieser trug mit seinen Vorlesungen an der Bergakademie Freiberg entscheidend zur Entwicklung der Geologie als Wissenschaft bei. Kerrin Klinger bewegt sich im Spannungsfeld von Wissenschafts- und Kunstgeschichte und fokussiert am Beispiel von Friedrich von Hardenberg (1772–1801), bekannt als Novalis, auf den Praxisbezug einer theoretischen Mathematikausbildung im Kontext der Feldmessung, die sich auch in der Ausbildung junger Adelliger um 1800 niederschlug. Der Kartographiehistoriker Andreas Christoph leitet mit seinem Kommentar in den Reprint des

Werkes *Ueber den methodischen Unterricht in der Geographie* von Adam Christian Gaspari ein, das zwischen 1789 und 1815 in mehreren Auflagen erschien und einen Blick in die bildungstheoretischen und verlagstypologischen Gestaltungsmöglichkeiten des Geographieunterrichtes bietet. Dieser Materialteil des Buches macht deutlich, wie man um 1800 versuchte, das geographisch-kartographische Wissen der Zeit didaktisch zu vermitteln. Aufbauend auf einem korrespondierenden Kurssystem, mutet dieser pädagogisch-didaktische Ansatz sehr modern an und setzt sich dabei auch kritisch mit den zur Verfügung stehenden Karten, Atlanten und Globen auseinander. Der Bilderteil der vorliegenden Publikation illustriert die einzelnen Beiträge und spiegelt zugleich die ästhetische Praxis der kartographischen Wissenschaft im 18. und 19. Jahrhundert.

Dieser Band ist zugleich eine Erinnerung an den Wissenschaftshistoriker Olaf Breidbach (1957–2014), der sich in verschiedenen Projekten und Publikationen mit der Wahrnehmung und Interpretation der Weltanschauung im historischen Kontext auseinandersetzte. Eine Ausstellung zum *Geographischen Institut* des Weimarer Verlegers Friedrich Justin Bertuch (1747–1822), die 2011 im Stadtmuseum Weimar stattfinden konnte, wurde zum Anstoß für weitere kartographiehistorische Arbeiten Olaf Breidbachs.<sup>1</sup> Diese Begeisterung schlug sich in regen Diskussionen mit einigen seiner Doktorandinnen und Doktoranden nieder. Kerrin Klinger, Kathrin Polenz und Andreas Christoph haben sich intensiv mit den verschiedenen Dimensionen der wissens- und wissenschaftshistorischen Disziplingeschichte der Mathematik, Geologie und Geographie auseinandergesetzt.<sup>2</sup> Neben Publikationen waren auch mehrere Ausstellungen das Ergebnis dieser fruchtbaren Zusammenarbeit.<sup>3</sup> Das nun vorliegende Spektrum an Beiträgen spiegelt das vielfältige Interesse von Olaf Breidbach an der Kartographie. Durch seine Krankheit und seinen Tod

<sup>1</sup> Christoph, Andreas; Breidbach, Olaf (Hrsg.): *Die Welt aus Weimar. Zur Geschichte des Geographischen Instituts. Katalog zur Ausstellung im Stadtmuseum Weimar, 29. Juli–16. Oktober 2011*. Jena 2011.

<sup>2</sup> Klinger, Kerrin: *Zwischen Gelehrtenwissen und handwerklicher Praxis. Zum mathematischen Unterricht in Weimar um 1800*. Paderborn 2014; Polenz, Kathrin: *The second generation. Geognosie nach Abraham Gottlob Werner*. Jena 2014 und Christoph, Andreas: *Geographica und Cartographica aus dem Hause Bertuch. Zur Ökonomisierung des Naturwissens um 1800*. [= *Laboratorium Aufklärung*; 16]. München 2012.

<sup>3</sup> *Weltansichten. Vom Globus zur Globalisierung. Eine Ausstellung des Leopoldina-Studienzentrums in Kooperation mit dem Ernst-Haeckel-Haus der Friedrich Schiller-Universität Jena* (7. Oktober bis 22. November 2013). Vgl. den dazugehörigen Katalog und den Tagungsband: Christoph, Andreas und Breidbach, Olaf (Hrsg.): *Weltansichten. Vom Globus zur Globalisierung*. Jena 2013 sowie Breidbach, Olaf (†); Christoph, Andreas; Godel, Rainer (Hrsg.): *Welt-Anschauungen. Interdisziplinäre Perspektiven auf die Ordnungen des Globalen*. [= *Acta Historica Leopoldina*; 67]. Halle 2015 sowie Christoph, Andreas; Breidbach, Olaf (Hrsg.): *Die Welt aus Weimar. Zur Geschichte des Geographischen Instituts. Katalog zur Ausstellung im Stadtmuseum Weimar, 29. Juli–16. Oktober 2011*. Jena 2011.



wurde die ursprünglich geplante Fertigstellung des Bandes mehrfach verzögert.

Mein Dank für die finale Gestaltung des Bandes *Kartieren um 1800* geht einerseits an die geduldigen Autorinnen und Autoren. Andererseits war die technische und inhaltliche Unterstützung durch die Thüringer Universitäts- und Landesbibliothek (ThULB) bei der Bereitstellung von Texten und Bildmaterial immer vorbildlich und trug damit maßgeblich zur Drucklegung bei. Andreas Grimm stellte in einem  $\text{\LaTeX}$ -Tutorial sein Wissen zur Verfügung und wurde ein wichtiger Ansprechpartner für weitere Printprojekte. Rita Schwertner und André Karliczek standen immer für anregende und disziplinübergreifende Diskussionen bereit. Meiner Familie und meinen Freunden danke ich für die Zeit, um mein letztes Projekt mit Olaf Breidbach abschließen zu können.

Andreas Christoph, im Frühjahr 2019



JOACHIM NEUMANN

ZUR KARTENPROJEKTION ODER  
DIE KARTOGRAPHISCHEN ÁBBILDUNGEN UM 1800

A. Was sind ‚kartographische Abbildungen‘?

Kartographische Abbildung ist eine verhältnismäßig neue Bezeichnung für „die Wiedergabe der Oberfläche eines Weltkörpers auf eine Kartenebene nach eindeutigen und umkehrbaren Punktzuordnungen mit Hilfe mathematischer Beziehungen“. <sup>1</sup> Abbildung meint hier im mathematischen Sinne die Beziehung, die eindeutige Zuordnung zwischen zwei Mengen. Vor dem Aufkommen der rechnergestützten Kartographie musste man es beim Konstruieren des Gradnetzes des Weltkörpers, der geographischen Koordinaten der Breite und der Länge, als Kartennetz belassen und den übrigen Karteninhalt von Hand durch lineare Interpolation gradmaschenweise übertragen. Daher rührt der auch heute noch benutzte bedeutungsgleiche Begriff ‚Kartennetzentwurf‘ oder kurz ‚Kartenentwurf‘, weil damit wichtige Eigenschaften der herzustellenden Karte festgelegt sind. Ein weiterer Terminus ist ‚Kartenprojektion‘, da bereits früher Kartennetzentwürfe mit den Mitteln der darstellenden Geometrie gewonnen wurden und auch heute noch anschaulich gemacht werden. In nichtdeutschen Sprachen gilt die Bezeichnung bis heute. Da in diesem Beitrag die kartographischen Abbildungen behandelt werden, die um 1800 geläufig waren, ist bei der Benennung vorzugsweise von ‚Projektion‘ die Rede. Der Kartograph hat die Aufgabe, die doppelt gekrümmte Oberfläche eines Weltkörpers oder des Himmelsgewölbes ganz oder teilweise in Form einer Landkarte, Seekarte, Weltkarte, Mondkarte oder Himmelskarte zu verebnen und verkleinert darzustellen. Das geschieht entweder unmittelbar in die berührende Kartenebene, durch azimutale Abbildung, oder mittels Kegel- und Zylindermantel als Hilfsabbildungsflächen. Dabei kann man die azimutale und die Zylinderabbildung als Grenzfälle der Kegelabbildung ansehen, der Öffnungswinkel des Kegels beträgt 180° bzw. 0°. Bei der Zylinder- und der Kegelabbildung ist weiterhin zu unterscheiden, ob sie den Weltkörper an einem dann längentreu wiedergegebenen Groß- oder Kleinkreis berühren oder den Weltkörper gleichsam mit zwei längentreuen Kreisen schneiden. Je nachdem, ob die Abbildungsachse mit der Polachse des Weltkörpers zusammenfällt, mit ihr einen rechten oder einen beliebigen Winkel bildet, hat man es mit

---

<sup>1</sup> Neumann, Joachim: *Enzyklopädisches Wörterbuch Kartographie in 25 Sprachen = Encyclopedic dictionary of cartography in 25 languages = Dictionnaire encyclopédique de cartographie en 25 langues*. 2., erweiterte Auflage. München 1997, S. 83.

normaler Lage (polständig, polar), transversaler Lage (äquatorständig, querachsig, äquatorial) oder obliquer Lage (zwischenständig, schiefachsig, horizontal) zu tun. Die Wiedergabe der Weltkörperoberfläche in der Kartenebene wird zum Rand hin zunehmend verzerrt, es lässt sich aber Flächentreue (Äquivalenz) oder Winkeltreue (Konformität) sowie teilweise Längentreue (Abstandstreue, Äquidistanz) oder deren die Verzerrung verringernde Vermittlung erreichen. Weiter sind die echten von den unechten Abbildungen zu unterscheiden. Bei den echten Abbildungen bleibt die Wiedergabe des Gradnetzes mit geraden, sich im Pol schneidenden Meridianen und mit um den Pol konzentrischen Breitenkreisen rechtschnittig, während die aus den echten Abbildungen mit Zusatzbedingungen hervorgehenden unechten oder Pseudo-Abbildungen die Rechtschnittigkeit verlieren. Unechte Abbildungen dienen vorwiegend der Gesamtdarstellung des Weltkörpers auf einer Weltkarte. Schließlich kommen um 1800 kartographische Abbildungen auf, die als geodätische Abbildungen bezeichnet werden. Sie wurden, ausgehend von einem Erdellipsoid, bei groß- und mittelmaßstäbigen Kartenwerken mit einem Kartengitter ebener rechtwinkliger Koordinaten angewendet.

#### B. Die kartographischen Abbildungen bis ins beginnende 19. Jahrhundert

Johann Tobias Mayer (1752–1830), Professor für Mathematik und Physik in Altdorf, Erlangen und Göttingen, publizierte zwischen 1777 und 1809 das fünfbändige Werk *Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktischen Geometrie*. In drei Kapiteln des 3. Bandes von 1783, und ganz mit dem 4. Band (1794), schrieb er das Lehrbuch der Kartographie, welches für die folgenden 50 Jahre Gültigkeit besitzen sollte.<sup>2</sup> Der 4. Band mit dem Sondertitel *Vollständige und gründliche Anweisung zur Verzeichnung der Land-, See- und Himmelscharten und der Netze zu Coniglobien und Kugeln* handelt „Von Zeichnung und Entwerfung der Landcharten“<sup>3</sup> und ist die erste systematische und zeitgenössisch-vollständige Darstellung der kartographischen Abbildungen. Mayer setzt sich dabei kritisch mit dem Defizit auseinander, dass es „an einem vollständigen practischen Unterrichte zur Zeichnung der verschiedenen Netze zu den Landcharten, und dessen, was überhaupt zu ihrer Verfertigung gehört, gefehlt habe [...]“.<sup>4</sup> Die 2. Auflage von Band 3 aus dem Jahr 1804 ist um die Abbildungen von Patrick Murdoch (gest. 1774) und Philippe de La Hire (1640–1718) ergänzt. Mayer war der erste, der die Abbildungen nach den Kartographen benannte, die sie am häufigsten benutzt haben, und der die Abbildungen nach dem Netzlinienbild einteilte. In der Abfolge des § 5 von Mayers Werk sollen zunächst die

2 Mayer, Johann Tobias: *Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktischen Geometrie*. Theil 3. Göttingen 1783 und Theil 4: *Vollständige und gründliche Anweisung zur Verzeichnung der Land-, See- und Himmelscharten und der Netze zu Coniglobien und Kugeln* [...]. Erlangen 1794.

3 Mayer (1794), S. 1–34. Gemeint sind hier die kleinmaßstäbigen Landkarten.

4 Vgl. ebd., *Vorerinnerung*, unpag.

gegen 1800 gebräuchlichen kartographischen Abbildungen abgehandelt werden – bei der Benennung ist vorzugsweise von ‚Projektion‘ die Rede.<sup>5</sup>

### 1. Mittabstandstreue Zylinderprojektion mit längentreuem Äquator / Quadratische Plattkarte

Hipparch (um 190–um 120 v. Chr.) wird die Erfindung des Gradnetzes der Erde zugeschrieben, mit Breitenkreisen parallel vom Äquator bis zu den Polen und Längengraden von Pol zu Pol, auch Mittagskreise oder Meridiane genannt, die die Breitenkreise rechtwinklig schneiden. Daraus folgt als einfachste kartographische Abbildung ein quadratisches Kartennetz mit längentreuem Äquator und mittabstandstreuen, d. h. längentreu wiedergegebenen parallel laufenden Meridianen. Mayer unterstreicht die polwärts zunehmende Verzerrung, weil auf der Kugel die Meridiane in den Polen zusammenlaufen und die Breitenkreise auf Äquatorlänge gespreizt werden.

Uebrigens hat diese Entwurfsart den Vortheil, daß die geraden Linien, welche auf dem Netze die Meridiane und Parallelkreise vorstellen, sich wie die wahren auf der Kugel, unter rechten Winkeln durchschneiden, welches einen besondern Vortheil in der Schiffskunst verschafft, daher man auch mit einiger Abänderung diese Einrichtung in den Schiffercharten beybehalten hat.<sup>6</sup>

In der Tat sind die Seekarten jahrhundertlang, seit sich die europäische Schifffahrt im Entdeckungszeitalter auch auf die Weltmeere ausdehnte, in der mittabstandstreuen Zylinderabbildung entworfen. Die im 16. und 17. Jahrhundert führenden niederländischen Seekartenhersteller nannten die Seekarte in mittabstandstreuer Zylinderabbildung ‚platkaart‘. Die Bezeichnung ist in andere Sprachen übergegangen, z. B. im Englischen ‚plane chart‘ oder im Deutschen ‚Plattkarte‘ mit längentreuem Äquator und quadratischem Kartennetz. Vorherige Seekarten, wie zum Beispiel die Portulankarten des Mittelländischen Meeres, waren ohne kartographische Abbildung, weil sie gleichsam ein ebenes Seegebiet von relativ geringer Größe darstellten. Denkt man sich eine schiefachsige mittabstandstreue Zylinderabbildung mit einem Großkreis auf der Längsachse des Mittelländischen Meeres an Stelle des Äquators und 10° Ausdehnung nach N und S, wird dem Auge die Abweichung von der wahren Gestalt auf der Kugel nicht merklich sein. Die Längen- und Flächenverzerrung am Kartenrand beläuft sich auf 1,5%, die Winkelverzerrung auf eine halbe Winkelminute.

<sup>5</sup> Ebd., S. 9–34: „Einige allgemeine Begriffe von den verschiedenen Entwurfsarten der Netze zu den Landcharten.“

<sup>6</sup> Ebd., S. 10–11.

## 2. Mittabstandstreue Schnitzzylinderprojektion / Rechteckige Plattkarte

Als Erfinder gilt Marinus von Tyros, der um 100 vor Christus lebte. Indem statt des Äquators zwei Breitenkreise jeweils gleicher nördlicher und südlicher Breite, wo gleichsam der Zylinder schneidet, längentreu (abweitungstreue) abgebildet werden, vermeidet die Projektion allzu starke Verzerrung. Dadurch werden die Breitenkreise äquatorwärts gestaucht (innere Zone) und nur die polwärts gelegenen gespreizt (äußere Zone). Es entsteht ein rechteckiges Kartennetz, die Abbildung wird daher auch als rechteckige Plattkarte bezeichnet. Mayer gibt als Beispiel eine Karte eines Gebietes zwischen 10° und 50° Breite.<sup>7</sup> Bei längentreuem Äquator würde die Verzerrung demnach von unmerklichen 1,5% auf 56% zunehmen. In der Schnitzzylinderabbildung dagegen wäre die Mittelbreite 30° verzerrungsfrei, 10° um 12% gestaucht und 50° um 35% gespreizt, „[...] aber die Länder, welche man in solche Netze zeichnete, würden nicht mehr so sehr von ihrem Urbilde auf der Kugel abweichen [...]“.<sup>8</sup> Kleinere verebnete Erdoberflächenausschnitte werden umso geringer verzerrt.

Ich habe im 342. §. u. f. meiner practischen Geometrie gezeigt, daß ein Stück der Erdfäche, dessen Krümmung sich nicht über 4 bis 5 Grade erstreckt, d. h. worauf die Entfernungen der Oerter höchstens 60 bis 80 Meilen [450–600 km, d. Verf.] betragen, noch immer ohne merklichen Fehler auf einer Ebene entworfen werden könne, und daß der Irrthum, der hieraus in Bestimmung der Distanzen entspringt, sich höchstens auf 1/800 des Ganzen belaufen würde. Man wird hieraus einsehen, daß ein nach den blossen Regeln der practischen Geometrie entworfenes Stück der Erdfäche auch wohl 10 Grade in sich fassen könnte, ohne daß dem Auge die Abweichung von der wahren Gestalt auf der Kugel merklich seyn würde.<sup>9</sup>

## 3. Unechte Zylinderprojektion mit zwei abweitungstreuen Breitenkreisen

Vielleicht schon von Hipparch für Sternkarten erdacht, ist die Verwendung dieser Projektion bei Conrad von Dyffenbach sicher nachweisbar<sup>10</sup> und wird ausgiebig gebraucht von ‚Donis‘ Nicolaus Germanus (ca. 1420–ca. 1490) in seiner 1482 erschienenen, gedruckten und weit verbreiteten Ulmer Ptolemäusausgabe.<sup>11</sup> Die Breitenkreise werden gemäß der beiden abweitungstreuen von den zusammenlaufenden Meridianen außer vom längentreuem Mittelmeridian schiefwinklig geschnitten, und

<sup>7</sup> Ebd., S. 11.

<sup>8</sup> Ebd.

<sup>9</sup> Ebd., S. 5. Vgl. auch *Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur practischen Geometrie. Theil 3.* Göttingen 1783, S. 332–341.

<sup>10</sup> Snyder, John P.: *Flattening the Earth. Two Thousand Years of Map Projections.* Chicago & London 1993, S. 9 und S. 29–30.

<sup>11</sup> Donis ist abgeleitet von Dominus, Chorherr, und wurde irrtümlich für seinen Familiennamen gehalten – und diente so der Abbildungsbenennung. Vgl. Meine, Karl-Heinz: *Die Ulmer Geographia des Ptolemäus von 1482.* Weissenhorn 1982, S. 12 und 52.

es entsteht ein trapezoides Kartennetz, weshalb die Projektionsform auch trapezoidale Abbildung genannt wird.

Man bedient sich dieser Entwurfsart gewöhnlich nur bey Ländern, welche sich nicht auf viel Grade der Länge und Breite erstrecken, in welchem Falle denn die Abweichung von dem Originalen auf der Kugel unmerklich wird.<sup>12</sup>

#### 4. Mittabstandstreue Schnittkegelprojektion mit zwei abweitungstreuen Breitenkreisen / Delisleprojektion

„Man könnte sie die de l’Isle’sche nennen, weil de l’Isle, ein berühmter Astronom und Geograph (†1768), sie vorzüglich empfohlen und angewandt hat. Sie ist unstreitig eine der besten und leichtesten für die Ausübung.“<sup>13</sup> Der französische Kartograph Joseph-Nicolas Delisle (1688–1768) benutzte diese Projektion für seine *Mappe Generalis Totius Imperii Russici* von 1745. Sie ist eine Weiterentwicklung der einfachen auf Ptolemäus zurückgehenden Kegelabbildung mit konzentrischen Breitenkreislängengraden und rechtwinklig schneidenden, zusammenlaufenden Meridianen. Der Berührbreitenkreis<sup>14</sup>, bei Ptolemäus der von Rhodos ( $\varphi = 36^\circ$ ), und die Meridiane sind längentreu, wodurch die Breitenkreise gespreizt werden und die Verzerrung von Norden nach Süden zunimmt. Delisle verminderte die Verzerrung, indem er bei der erwähnten Russlandkarte zwischen  $40^\circ$  N und  $70^\circ$  N den Kegel gleichsam die Breitenkreise von  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{3}{4}$  des Breitenumfangs von  $30^\circ$ , also bei  $47,5^\circ$  und  $62,5^\circ$  schneiden lässt, d. h. zwei Breitenkreise längentreu abbildet. Dadurch nimmt die Verzerrung außerhalb nicht so stark zu und auch innerhalb, bei Stauchung bis zur Mittelbreite, bleibt sie gering.<sup>15</sup>

#### 5. Abweitungstreue unechte Kegelprojektion / Bonneprojektion

Rigobert Bonne (1727–1795) benutzte diese, schon zwei Jahrhunderte vor ihm angewendete, Abbildung ausgiebig und erläuterte sie im *Atlas encyclopédique* (Paris 1787). Berührbreitenkreis und Mittelmeridian sind längentreu abgebildet, die Breitenkreise abweitungstreue unterteilt, womit die Meridiane beidseits des Mittelmeridians krummlinig wiedergegeben sind. (Vgl. Abb. 1) Die Abbildung ist flächentreu

<sup>12</sup> Mayer (1794), S. 12–13.

<sup>13</sup> Ebd., S. 256.

<sup>14</sup> Vgl. A. Was sind ‚kartographische Abbildungen‘?, S. 11.

<sup>15</sup> Dies zeigen die folgenden Verzerrungswerte: Im Falle der einfachen Kegelabbildung der Russlandkarte mit dem längentreuen Berührbreitenkreis  $55^\circ$  N vergrößert sich der Maßstab auf den beiden Randbreitenkreisen, bei  $40^\circ$  um 2,9% und bei  $70^\circ$  um 5%, während bei der Delisleschen Abbildung die Breitenkreise  $47,5^\circ$  und  $62,5^\circ$  maßstäblich wiedergegeben, die Randbreitenkreise  $40^\circ$  und  $70^\circ$  nur um 1,1% im Maßstab vergrößert und die Mittelbreite im Maßstab nur um 2,2% verkleinert werden.

und von zunehmender Längen- und Winkelverzerrung bei zunehmendem Abstand vom Mittelmeridian.<sup>16</sup>

Erstreckt sich ein so verfertigtes Netz nicht über ein allzugroßes Stück der Erdfäche, so zeichnet man die Meridiane ohne merklichen Fehler sämtlich als gerade Linien, und dann erhält man diejenige Entwurfsart, welche mein Vater bey der *Mappa Germaniae critica* angewandt hat.<sup>17</sup>

Tobias Mayer (1723–1762) verwendete für seine berühmte Karte, die 1750 bei Homanns Erben erschien, die einfache Kegelabbildung mit geradlinigen Meridianen und einem Hauptpunkt nahe Nürnberg, d. h. Berührbreitenkreis  $\varphi = 50^\circ$  und Mittelmeridian  $\lambda = 28,5^\circ$  östlich von Ferro. In der Tat fällt bei einem Stück Erdfäche von der Größe Deutschlands der Unterschied zwischen leicht gekrümmten und geradlinigen Meridianen kaum auf.

Nach dieser Entwurfsart fällt die Gestalt eines Landes noch ziemlich regelmässig aus, auch läßt sich der Quadrat-innhalt desselben auf der Charte selbst berechnen, ohne dass die Rechnung von dem wahren Inhalte auf der Kugelfläche so beträchtlich abweiche, als bey mehreren andern Entwurfsarten der Fall ist.<sup>18</sup>

Damit weist Johann Tobias Mayer auf die Flächentreue der Abbildung und damit ihre besondere Eignung hin.<sup>19</sup>

#### 6. Mittabstandstreue Schnittkegelprojektion mit zonaler Gesamtflächengleichheit / Murdochprojektion

Patrick Murdoch (gest. 1774) veröffentlichte 1758 den Aufsatz *Of the best Form of Geographical Maps*.<sup>20</sup> Nach seiner Entwurfsart wurde die Verzerrung gegenüber der Delisleschen Abbildung weiter vermindert, indem er die flächengleiche Wiedergabe der Kugelzone auf den Kegelmantel ersann.<sup>21</sup> Damit war die Projektion jedoch nicht flächentreu in den einzelnen Teilen. Die Abbildung wurde von Mayer empfohlen und beispielsweise bei den Karten des „Landes-Industrie-Comptoirs“ in Weimar vielfach angewendet.

<sup>16</sup> Mayer (1794), § 36, S. 286–298.

<sup>17</sup> Ebd., S. 15.

<sup>18</sup> Ebd.

<sup>19</sup> 1805 wurde die Flächentreue auch von Heinrich Christian Albers (1773–1833) angemerkt, bewiesen wurde sie ein Jahr später von Carl Brandan Mollweide (1774–1825). Vgl. Nr. 12 und 13 dieses Beitrags.

<sup>20</sup> Murdoch, Patrick: *Of the best Form of Geographical Maps*. In: *Philosophical Transactions* 50 (1757), S. 553–568.

<sup>21</sup> Mayer (1794), §§ 38 und 39, S. 298–311.



### 7. Abweitungstreue unechte Zylinderprojektion / Mercator-Sanson-Projektion

Der Mittelmeridian und die Breitenkreise sind hier längentreu, die Meridiane sinusoidal gekrümmt. John Flamsteed (1646–1719) nutzte diese flächentreue Abbildung für seine Himmelskarten; posthum erschien dazu der *Atlas Coelestis* (London 1729). Die Abbildung war um 1800 als Flamsteed-Projektion geläufig. Da sie bereits im Vorfeld von Nicolas Sanson d’Abbeville (1600–1667) angewandt wurde, bezeichnete man sie späterhin auch als Sanson-Flamsteed-Abbildung. Nach der Feststellung, dass in Mercators Atlanten diese Form der Abbildung schon zur Anwendung gekommen war, wird heute die Bezeichnung Mercator-Sanson-Abbildung bevorzugt.

### 8. Winkeltreue Zylinderprojektion / Mercatorprojektion

Zu besondern Gebrauche auf Schiffen, werden Charten erfordert, worauf man 1) bequem soll bestimmen können, nach was für einer Weltgegend ein Ort in Ansehung eines andern liege, und 2) worauf der Weg eines beständig nach einerley Weltgegend seglenden Schiffes sich durch eine gerade Linie abbilden läßt. [...] Man läßt daher auf einer Charte zum Gebrauche der Schiffer, die Meridiane nicht convergiren, sondern zeichnet sie als parallele gerade Linien. Denn alsdann ist klar, daß eine Linie, welche alle diese Meridiane unter gleichen Winkeln durchschneidet, also der Loxodromische Weg eines Schiffes, sich auf einer solchen Charte durch eine gerade Linie abbilden läßt. [...] Daher nennt man Charten dieser Art, worauf alle Parallelgrade einander gleich, die der Meridiane aber, nach den Polen zu, immer größer werden, Charten mit wachsenden Graden, oder wachsende Breiten, oder auch reducirte, hydrographische, ingleichen Mercators- oder Wrigths-Charten, weil Gerhard Mercator und Eduard Wrioth [Edward Wright, A.C.] zuerst die Theorie und Verzeichnungsart dieser Charten gelehrt haben.<sup>22</sup>

Gerhard Mercator (1512–1594) verwendete erstmals die heute nach ihm benannte winkeltreue, polwärts immer mehr verzerrte, Zylinderabbildung in seiner berühmten Weltkarte *Nova et Aucta Orbis Terrae Descriptio ad Usum Navigantium Emendate Accommodata* von 1569. Allerdings gab er nicht an, wie er sie konstruiert hatte. 1599 lieferte dann Edward Wright (1561–1615) die mathematische Grundlage für die Mercator-Abbildung.

Auf einer solchen Charte werden nun freylich die Länder, zumahl nach den Polen zu, wo die Grade der Breite sehr groß ausfallen, merklich verunstaltet. Aber der vortheilhafte Gebrauch, den Schiffer von dieser Entwerfungsart machen können, ist bey weitem überwiegend, und wenn nur übrigens die

<sup>22</sup> Mayer (1794), S. 15–19.

Längen und Breiten der Oerter richtig eingetragen sind, so können solche Charten dennoch zur Verzeichnung anderer dienen, welche die wahre Figur der Länder verhältnißmäßiger zu ihrem Originale auf der Kugel, darstellen. Auch gewähren diese Mercators-Charten, wegen des Parallelismus ihrer Meridiane, die Bequemlichkeit, einen Streifen um die ganze Erdfäche aneinander hängend darzustellen, weil man bloß einzelne Charten dieses Streifens aneinander legen darf, um die ganze Zone zu erhalten, welches bey convergirenden und krummlinigen Meridianen nicht so gut angeht. So dient diese Einrichtung, mit einem Blicke zu übersehen, wie z. B. die Wohnungen der Thiere über der Erdfäche verbreitet sind, Ketten von Gebürgen u. dgl. unter einander zusammenhängen. Hieher Hrn. Prof. Zimmermann's *Specim. Zoologiae quadrupedum* (Lugd. Bat. 1777.) ingleichen dessen *Versuch einer Anwendung der Zoologischen Geographie auf die Geschöpfe der Erde, nebst einer Zoologischen Weltcharte*, Leipzig 1783. Bey der *Klügelischen Encyclopädie* ist von Hrn. Prof. Bode die Erdzone zwischen beyden Polarkreisen hydrographisch entworfen.<sup>23</sup>

Mit den letzten Sätzen weist Mayer auf die Eignung der Mercator-Abbildung für die thematische Kartographie und die Konzeption von Weltkarten hin. Dies ist dadurch bedingt, dass sich benachbarte Mercatorkarten ein und desselben Maßstabs zusammenfügen lassen, die Kartenmitte lässt sich damit leicht nach Westen oder Osten verschieben. Als Beispiel wird hier das kartographische Begleitwerk zu den tiergeographischen Arbeiten von Eberhard August Wilhelm von Zimmermann (1743–1815) genannt. Dieser veröffentlichte 1777 in Leiden die Monographie *Specimen zoologiae geographicae, quadrupedum domicilia et migrationes sistens*, später folgte die dreibändige *Geographische Geschichte des Menschen und der allgemein verbreiteten vierfüßigen Tiere, nebst einer hierher gehörigen Zoologischen Weltkarte* (Leipzig 1778–1783). Mit dem anderen Beispiel benennt Mayer die von Georg Simon Klügel (1739–1812) herausgegebene *Encyclopädie, oder zusammenhängender Vortrag der gemeinnützigsten, insbesondere aus der Betrachtung der Natur und des Menschen gesammelten Kenntnisse* (Berlin und Stettin 1792–1806/1817), zu deren 6. Hauptstück, *Die Außer-Europäische Geographie* (1805/1806), der Astronom Johann Elert Bode (1747–1826) eine Weltkarte gezeichnet hatte. Diese reicht nur bis zu den Polarkreisen, jenseits welcher die zu den Polen schnell anwachsende Flächenvergrößerung schlechthin zu groß würde. Die Pole liegen bei der Mercatorabbildung ja im Unendlichen! Im 19. Jahrhundert wurde die Mercator-Abbildung zur gebräuchlichsten thematischen Weltkartenabbildung, so im ersten thematischen Atlas, dem *Physikalischen Atlas* (Gotha 1845–1848), den Heinrich Berghaus (1797–1884) zu Alexander von Humboldts epochalem Werk *Kosmos* erarbeitet hatte (vgl. Abb. 2).<sup>24</sup> Damit

<sup>23</sup> Ebd., S. 19–20. Hervorhebungen im Original.

<sup>24</sup> Vgl. Engelmann, Gerhard: *Heinrich Berghaus. Der Kartograph von Potsdam* (= *Acta Historica Leopoldina*; 10). Leipzig 1977, S. 118–124.

wurde der lang andauernde Erfolg der thematischen Weltkarten in der Mercatorabbildung im 19. Jahrhundert eingeläutet, bis sie schließlich von den flächentreuen und vermittelnden Abbildungen verdrängt wurden.<sup>25</sup>

### 9. Lamberts Kartenprojektionen

Lambert hat in seinen *Beyträgen zur Mathematik*, 2 Th. S. 105. u. f. einen Aufsatz über das Zeichnen der Landcharten gegeben, worinn er manche bisher eben nicht sehr gebräuchlich gewordene Entwerfungsarten zu diesen oder jenen Absichten vorschlägt, welche wirklich verdienten, mehr angewandt zu werden [...].<sup>26</sup>

Johann Heinrich Lambert (1728–1777), seit 1764 Oberbaurat in Berlin, war Philosoph und Mathematiker und wendete in seinen *Beyträgen zum Gebrauche der Mathematik und deren Anwendung* erstmals umfassend die Infinitesimalrechnung auf kartographische Abbildungen an und entwickelte daraus winkel- und flächentreue Kegel-, Azimutal- und Zylinderabbildungen.<sup>27</sup> Allerdings wurden sie um 1800 noch wenig angewendet, wie aus Mayers Bemerkung hervorgeht. Ihre Zeit kam später. Ein seltenes zeitgenössisches Anwendungsbeispiel von Lamberts winkeltreuer Kegelabbildung sind die Stern- und Erdkegel des Leipziger Physikprofessors Christlieb Benedikt Funk (1736–1786).<sup>28</sup>

### 10. Die perspektivischen Azimutalprojektionen

Nunmehr muß ich aber auch noch das Allgemeine von den perspektivischen Entwerfungsarten, oder Projectionen, nach welchen die meisten Netze zu den Charten verfertigt zu werden pflegen, oder wenigstens sonst verfertigt worden sind, vorausschicken. VIII. Man stelle sich vor, das Auge betrachte einen Theil der Erdfläche, aus einem gegebenen Standpunkte, und dieser Theil werde nun auf dem Papiere so gezeichnet, wie sich derselbe wirklich dem Auge darstellt, so heißt man eine Zeichnung dieser Art, einen perspektivischen Entwurf, oder eine Projection des vorgegebenen Stücks der Erdfläche.<sup>29</sup>

25 Eckert, Max: *Die Kartenwissenschaft*. 1. Bd. Leipzig 1921, S. 153–164.

26 Mayer (1794), S. 20. Hervorhebungen im Original.

27 Vgl. Abschnitt VI. *Anmerkungen und Zusätze zur Entwerfung der Land- und Himmelscharten*, in: Lambert, Johann Heinrich: *Beyträge zum Gebrauche der Mathematik und deren Anwendung*. Dritter Theil. Berlin 1772, S. 105–199.

28 Vgl. Funk, Christlieb Benedikt: *Anweisung zur Kenntniß der Gestirne vermittelt zweener Sternkegel*. Leipzig 1770; ders.: *Anweisung zur Kenntniß der Gestirne, auf zwey Planigloben und zween Sternkegeln, nach Bayer und Vaugondy*. Leipzig 1777; ders.: *Anweisung zum Gebrauch der Erdkegel und Erdplanisphären, oder: einer Vorstellung der Erdoberfläche auf der äussern Fläche der vorher herausgegebenen Sternkegel, ingleichen auf zwei Kreisflächen*. Leipzig 1781.

29 Mayer (1794), S. 23.

Das Projektionszentrum der zur Abbildungsebene im Berührungspunkt senkrechten Geraden liegt entweder im Kugelmittelpunkt, im Gegenpol oder im Unendlichen. Daraus ergeben sich drei Abbildungsarten, die bereits in der Antike Anwendung fanden: gnomonische Abbildung (Zentralprojektion), stereographische Abbildung, orthographische Abbildung (Parallelprojektion).

#### a. Gnomonische Projektion

Für Landkarten ist die Abbildung nicht nur wegen ihrer beschwerlichen Verzeichnung wenig geeignet, sondern auch wegen ihrer starken Randverzerrungen:

Diese Centralprojection hat den Vortheil, daß alle größte Kreise der Erdkugel auf ihr als gerade Linien abgebildet werden [...]. Die kleinern Kreise stellen sich aber als Kegelschnitte dar, welche nur in einigen Fällen Kreisbogen sind, und dies macht die Verzeichnung etwas beschwerlich, weßwegen die Centralprojection eben nicht zu Landcharten angewandt worden ist. Hingegen lassen sich die Himmelscharten mit gutem Vortheile auf diese Art zeichnen, weil es dabey auch der Natur gemäß ist, sich das Auge in den Mittelpunkt der Sphäre zu gedenken. Solchergestalt sind die Doppelmairischen Himmelscharten dergleichen Centralprojectionen.<sup>30</sup>

Anwendung fand sie indessen in den astronomischen Karten von Johannes Kepler (1571–1630), Franz Ritter (1579–1641) und Christoph Grienberger (1561–1636) zu Beginn des 17. Jahrhunderts. Bis ins 18. Jahrhundert wurden derart jeweils 6 Karten entworfen, nämlich vier in äquatorialer und zwei in polarer Lage, wie beispielsweise im *Atlas Coelestis* von Johann Gabriel Doppelmayr (1677–1750), der 1742 bei Homanns Erben in Nürnberg verlegt wurde. Auch sind die sechs Karten für die Wiedergabe der Erdoberfläche auf dem *Erdkubus* von Christian Gottlieb Reichard (1758–1837), erschienen 1803 im Verlag des „Landes-Industrie-Comptoirs“ in Weimar, gnomonisch abgebildet.<sup>31</sup> Vier Karten von 90° Ausdehnung in der Länge und etwa 45° Ausdehnung in nördlicher und südlicher Breite sind hier äquatorialer Lage, zwei für die Nord- und Südkappe von 90° bis etwa 45° Breite polarer Lage (vgl. Abb. 3). Der eingangs erwähnte Vorteil der geradlinigen Abbildung aller Großkreise, und damit der Orthodrome als kürzeste Entfernung zweier Punkte, wurde nach der Erfindung des Dampfschiffes im weiteren 19. Jahrhundert für orthodromische Seekarten bedeutungsvoll.

#### b. Stereographische Projektion

Ihre Flächenverzerrung zum Kartenrand ist nicht so stark wie die der gnomonischen Abbildung, vor allem aber ist sie winkeltreu, das rechtwinklige Gradnetz auf

<sup>30</sup> Ebd., S. 26.

<sup>31</sup> Siehe hierzu Christoph, Andreas: *Vom Atlas des ganzen Erdkreises zum Erdkubus von Christian Gottlieb Reichard (1803)*. In: *Cartographica Helvetica* 43 (2011), S. 19–27.

der Erdkugel wird so in der Abbildung wiedergegeben. Wegen ihrer Winkeltreue und Kreistreue wurde sie schon seit dem Altertum für Sternkarten vorzugsweise angewendet.

Indessen ist doch die Abweichung von dem Urbilde auf der Kugel, um die Mitte der Projection herum, immer noch erträglich, und deßwegen sind diese Projectionen schon lange zu geographischen Gebrauche empfohlen und angewandt worden. Auf die stereographische Horizontalprojection, welche zwar auch schon bey Ptolomäus und Varenius vorkommen, hat indessen vorzüglich erst Joh. Matthias Hase, Prof. der Math. in Wittenberg, in seiner *Sciagraphia tractatus de projectionibus*, Lipsiae 1717. mehr Aufmerksamkeit erregt, und sie zu Landcharten einzelner Länder empfohlen, deren er auch wirklich mehrere nach dieser Entwurfsart für die ehemalige Homännische Offizin in Nürnberg gefertigt hat. Der Tractat aber, in welchem er diese Projection aus einander zu setzen versprochen, ist nicht erschienen, daher denn erst nach ihm Hr. Hofr. Kästner und andere, die Theorie davon aus den Regeln der Perspectiv hergeleitet, und insbesondere auf analytische Formeln gebracht haben.<sup>32</sup>

Mayer unterstreicht hier den Gebrauch der stereographischen Abbildung in horizontaler (obliquer) Lage für Landkarten bereits bei dem alexandrinischen Gelehrten Claudius Ptolemäus (100–160 n. Chr.) und beim Begründer der physischen Erdkunde Bernhard Varenius (1622–1650/1651) aus Hitzacker, der in seiner *Geographia Generalis* (Amsterdam 1650) erstmals die kartographischen Abbildungen mit Entwurfsvorschriften zusammengestellt hat. Die Verwendung der stereographischen Horizontalabbildung beim Homännischen Verlag in Nürnberg hat der Wittenberger Mathematikprofessor Johann Matthias Hase (1684–1742) durchgesetzt, der seit den 1730er Jahren als Verlagsberater tätig war. Auch Mayers Vater, Tobias Mayer, arbeitete vor seiner Berufung als Professor nach Göttingen bei Homann und entwarf zahlreiche Karten. In seinem *Mathematischen Atlas* von 1745, lieferte er die Projektionsvorschriften für die Lagen der stereographischen Abbildung und hob die oblique Lage für Landkarten hervor: „Unter allen Projections-Arten, derer man sich bisher bedient, ist keine geschicklicher, als diejenige, so vor längstens schon Gemma Frisius gebraucht hat, und die man Projectionem Stereographicam nennet [...]“<sup>33</sup> Mayer geht aber hier auf seines Vaters Werk nicht ein, denn: „Was in meines Vaters *Mathematischen Atlas* vom Zeichnen der Landcharten vorkömmt, reicht zur Ausübung nicht hin.“<sup>34</sup> Der schließlich

<sup>32</sup> Mayer (1794), S. 29–30.

<sup>33</sup> Mayer, Tobias: *Mathematischer Atlas, in welchem auf 60 Tabellen alle Theile der Mathematic vorgestellt und nicht allein überhaupt zu bequemer Wiederholung, sondern auch den Anfängern besonders zur Aufmunterung durch deutliche Beschreibung u. Figuren entworfen werden*. Augsburg 1745, Tab. XXX.

<sup>34</sup> Mayer (1794), S. 563.