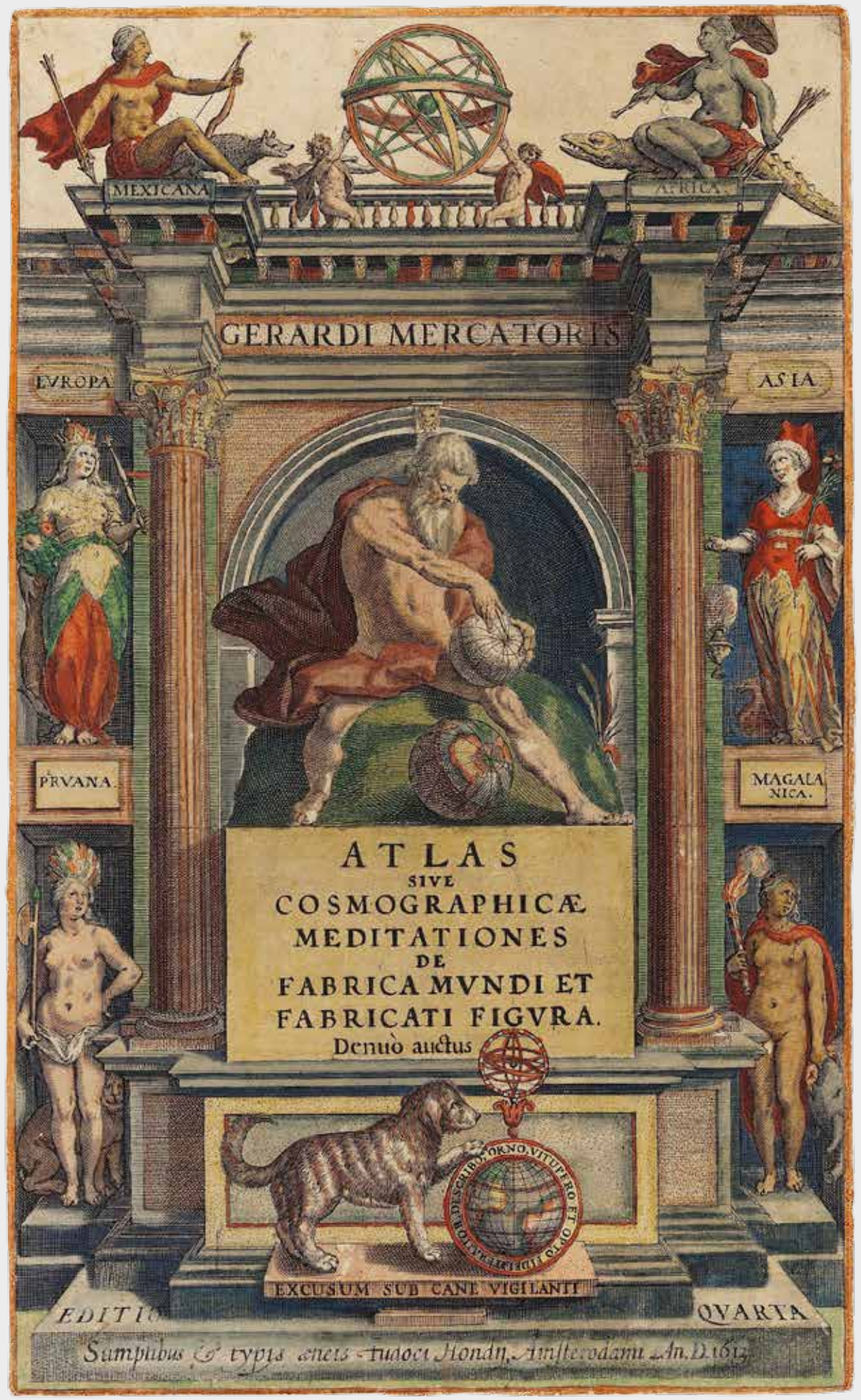
nur 216 dpi



Die Entwicklung der Kartografie als Teil vormoderner Wissenschaften

ZSOLT GYŐZŐ TÖRÖK

Karten verstehen – Kartografiegeschichte und Kartenwissenschaft

Auf seinem Weg zur Erde gelangte der Kleine Prinz auf den Planeten des Geografen, wo er sah, dass dieser edle Beruf von gelehrten Herren in ihren Studierzimmern ausgeübt wurde. Als er den Geografen fragte, ob es auf seinem Planeten Berge und Ozeane gäbe, konnte dieser nicht antworten und erklärte: »Nicht der Geograph geht die Städte, Flüsse, Seen, Meere und Wüsten zählen. Der Geograph ist zu wichtig, um durch die Welt zu streifen. Er verlässt sein Büro nie. Aber er empfängt die Entdecker. Er befragt sie und notiert sich ihre Erinnerungen.«[1]

In einer anderen imaginären Welt erzählt die einem anderen Planeten entstammende Figur »Mein Herr« seinen Zuhörern eine Geschichte über den beachtlichen Fortschritt des Faltplans in seiner Heimat, wo solche Karten äußerst akkurat und detailreich waren, wurden sie doch im Maßstab 1:1 hergestellt. Zum Nutzen dieser riesigen Karte befragt, antwortete er: »Bisher wurde sie noch nie entfaltet, sagte Mein Herr, denn die Bauern haben etwas dagegen: Sie sagen, die Karte würde das ganze Land bedecken und die Sonne verdunkeln. So verwenden wir jetzt das Land selbst als seine eigene Karte, und ich kann Ihnen versichern, es klappt fast genauso gut.«[2]

Zusammengenommen können die beiden Fantasieszenen als eine Zusammenfassung der komplizierten Geschichte frühmoderner Kartografie von der Renaissance bis zur Aufklärung gesehen werden, schildern sie doch einen wesentlichen Wandel in der Kartografiegeschichte. Der Geograf weiß nur, dass der Raum leer ist, *während die perfekte Karte von »Mein Herr« das Land selbst ist. Sicher, auch nach 1650 arbeiteten einige Geografen immer noch in ihren* Stuben, aber sie konnten auf eine große Zahl von Vermessern, Ingenieuren und Topografen zurückgreifen, die vor Ort zunehmend alle Teile der Erde erforschten. Innerhalb eines Jahrhunderts wich das Berufsbild des einsamen Gelehrten, der in seiner geheimnisvollen Kammer Karten für Herrscher, Mäzene und Verleger schuf, staatlichen Militärinstituten und kommerziellen Unternehmen, die Fachleute einbezogen und einen komplexen Prozess der Kartenproduktion in Gang setzten. Karten wurden zum Gebrauchsgut für die Verwaltung, Diplomatie, das Militär und die wissenschaftliche Forschung. Dabei kam dem Militär und der Verwaltung eine besondere Bedeutung zu, weil sie die Entstehung der modernen Kartografie an der Wende vom 17. zum 18. Jahrhundert wesentlich förderten. Institutionalisiert wurde die Kartografie im 19. Jahrhundert und entwickelte sich zu einer eigenständigen wissenschaftlichen Disziplin erst im darauf folgenden Jahrhundert. Max Eckerts zweibändiges Hauptwerk *Die Kartografie*[3] von 1921 gilt als Fundament des damals noch neuen Wissenschaftszweigs, der Kartenherstellung und Kartennutzung verbindet.

In Deutschland wurde der Terminus ›Kartographie‹ zum ersten Mal 1829 von Heinrich Berghaus (1797–1884) verwendet, vielleicht sogar schon ein Jahr zuvor von dem Berliner Geografieprofessor Carl Ritter (1779–1859). Berghaus verwendete den Begriff im Zusammenhang mit seinem Lob der ›Kartografie‹ französischer Atlanten. Das Wort »chartographie« tauchte schon in dem 1810 in Frankreich gedruckten Bericht von Conrad Malte-Brun (1775–1826) über deutsche topografische Karten auf. Der Begriff bezog sich ursprünglich nicht nur auf die Herstellung von Landkarten, sondern auch auf die Erforschung von deren Geschichte. In diesem Bereich hat sich der portugiesische Diplomat Vicomte Santarém (1791–1856) besondere Verdienste erworben und wird daher zu den ers-

1 Gerhard Mercator: Atlas Sive Cosmographicae Meditationes De Fabrica Mundi Et Fabricati Figura [Atlas oder kosmografische Meditationen über die Schöpfung der Welt und die Form des Erschaffenen], Amsterdam 1613, Titelblatt. Universitäts- und Landesbibliothek, Darmstadt.

ten Kartenhistorikern gezählt.[4] Pionierarbeit leisteten dabei auch Caspar Gottschling (1679–1739), Johann Gottfried Gregorii (1685–1770) sowie der Tübinger Theologe Eberhard David Hauber (1695–1765). Letzterer legte 1724 den ersten bedeutenden Versuch einer allgemeinen Kartengeschichte vor. Der 60. Band der *Oeconomischen Encyclopädie* Krünitz' von 1793 enthält einen längeren Beitrag über die Kartengeschichte eines unbekannten Autors, vermutlich des Geografen Anton Friedrich Büsching (1724–1793).[5] Wenn auch nicht als erster, bezeichnete der französische Mathematiker Joseph-Louis Lagrange (1736–1813) die Landkarte 1779 als »flache Darstellung der Erdoberfläche oder eines Teils davon in verkleinertem Maßstab«. Diese Definition sollte bis Ende der dreißiger Jahre des 20. Jahrhunderts Bestand haben.

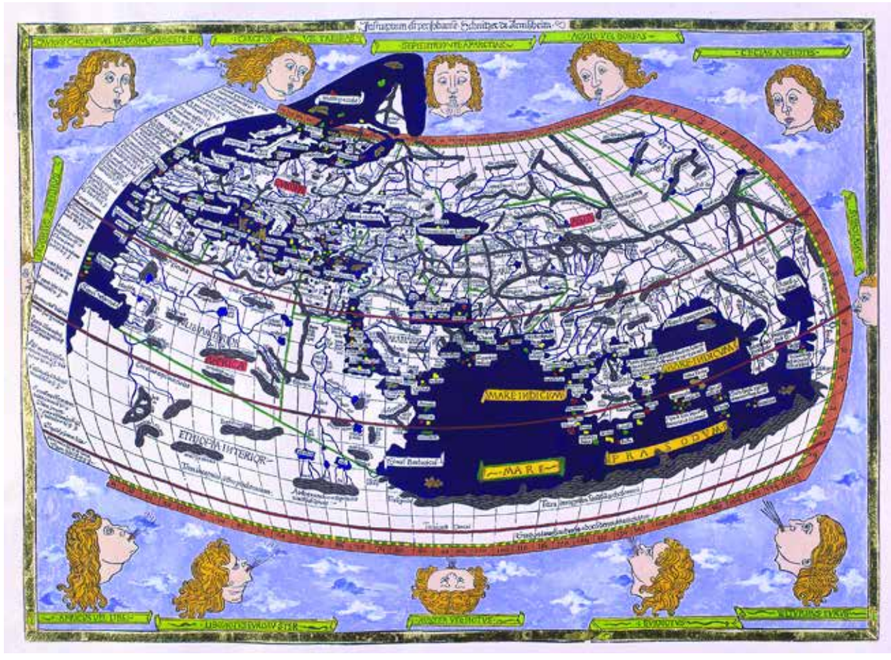
Bereits vor dem Zweiten Weltkrieg verfasste Leo Bagrow (1881–1957) eine einbändige *Geschichte der Kartographie*, die aber erst 1951 erscheinen konnte. Darin legte er den Schwerpunkt auf Landkarten der europäischen Renaissance. Seine Kartengeschichte reicht nur bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts, denn – wie er selbst schrieb – »damals hörten Landkarten auf, Kunstwerke zu sein, also die Produkte individuellen Könnens, und die Kunstfertigkeit wurde endgültig von spezialisierter Wissenschaft und Maschinen ersetzt.«[6] Mit der Auffassung, dass sich um 1700 der Wandel zur modernen, wissenschaftlichen Kartografie vollzog, griff er eine Meinung auf, die der einflussreiche Kartenhistoriker Christian Sandler (1858–1912) bereits 1905 in seiner Veröffentlichung *Die Reformation der Geographie um 1700*[7] dargelegt hatte. Darin vertritt er die Meinung, dass das Zeichnen von Karten von den Franzosen reformiert wurde. Er nennt in diesem Zusammenhang Giovanni Domenico Cassini (1625–1712), der als Erster die Längengrade durch die Eklipsen der Jupitermonde bestimmte, und insbesondere Jean Picard (1620–1682) und Philippe de la Hire (1640–1718). Dessen »korrigierte« Frankreichkarte von 1693 wurde zum Symbol der neuen, wissenschaftlich fundierten Kartenzeichnung. Den auf wissenschaftlicher Methodik beruhenden Fortschritt und damit die Zäsur um 1700 veranschaulichte Sander anhand der seiner Monografie beigefügten Karten. Diesem Grundsatz folgte die Geschichte der Kartografie bis zum Ende des vergangenen Jahrhunderts.[8]

Die traditionelle Kartografiegeschichte hatte vor allem die vorwissenschaftliche Zeit im Blick und zeigte wenig Interesse an moderner Kartografie. Das änderte sich mit kritischen Kartenhistorikern, die den Spuren von Brian Harley (1932–1991) und David Woodward (1942–2004) folgten. Diese dehnten mit den seit 1987 erscheinenden Bänden der *History of Cartography* den Rahmen der Forschungen erheblich aus. Indem sie Karten als kulturelle Texte lasen, eröffneten sie ein weites Betätigungsfeld für sozialwissenschaftliche Studien über frühe Karten.[9] In den vergangenen Jahrzehnten wurde dieser Ansatz weiter entwickelt, wie sich anhand der Beiträge der Fachzeitschrift *Imago Mundi* ablesen lässt. Institutionell steht dafür die *International Society for the History of the Map* (ISHMap), die erste interdisziplinär und international ausgerichtete akademische Gesellschaft im diesem Bereich, die 2011 gegründet wurde.

Von Ptolemäus zur Renaissance

Manche Kartografiehistoriker verorten die Anfänge der wissenschaftlichen Kartografie bereits in der Antike. Sie berufen sich dabei auf Claudius Ptolemäus (auch: Klaudios Ptolemaios, um 100–170). Der Mathematiker und Astronom verfasste die später *Almagest* (ursprünglich Μαθηματικὴ Σύνταξις, Mathēmatikē Syntaxis) genannte Abhandlung über Astronomie, eine Beschreibung des geozentrischen Universums, sowie die *Geographike Hyphegesis* (Γεωγραφικὴ Ὑφήγησις). In Ptolemäus' Denken bedeutete Geografie die Entwicklung einer Weltkarte, eine Beschreibung auf der Grundlage astronomisch-geometrischer Prinzipien.[10]

Ptolemäus wusste, dass die Erde rund ist, und beschrieb sie mathematisch anhand eines Koordinatensystems, mit dessen Hilfe er insgesamt etwa 8.000 Orte mit ihren Koordinaten lokalisierte.[11] Dennoch fußte die Bestimmung der meisten Orte aus praktischen Gründen auf anderen Quellen: Reiseberichte *(itineraria)* bzw. Umschiffungsbeschreibungen (*periploik* – περίπλοι). Ptolemäus erläuterte außerdem die Grundsätze des Kartenzeichnens und gab Hinweise, wie Welt- und andere Karten aufgebaut sein sollten, also wie die kugelförmige Oberfläche zweidimensional wiedergegeben werden konnte, um die runde Form und ihren Anblick zu reproduzieren und die wichtigsten Größenordnungen (z. B. die Länge der Meridiane) zu respektieren. Die von Ptolemäus vorgelegte Abbildung der bewohnten Welt, der *oikumene* (ἡ οἰκουμένη), fußte auf einem angenommenen geografischen Raster, war also ein mentales Konstrukt.



2 Weltkarte des Ptolemaeus, Ulm 1482 in der Neuausgabe von Zolt G. Török. © Zolt G. Török

Im Mittelalter gerieten die Erkenntnisse und Veröffentlichungen von Ptolemäus in Vergessenheit. Sie wurden erst vom byzantinischen Mönch Maximos Planudes (um 1260–1330) um 1300 wiederentdeckt. Über diesen Umweg gelangte im darauffolgenden Jahrhundert Ptolemäus' *Geographia* (auch als *Cosmographia* bekannt) nach Italien, wo sie durch Manuel Chrysoloras (um 1350–1415) und Jacopo Angeli (um 1360–1411) ins Italienische übersetzt wurde. Damit wurden die Grundlagen der breiten Rezeption gelegt, in deren Mittelpunkt einerseits vor allem Interessen historischer Art lagen, also Orte und Ortsnamen der Antike.[12] Andererseits wurde die Bedeutung der ptolemäischen Methode – Orte mit Breiten- und Längengrad im Koordinatensystem zu lokalisieren – für die Herstellung einer exakten und vollständigen Weltkarte erkannt. Mit anderen Worten: Die *Geographia* bot die theoretische Grundlage für eine moderne Kartografie. Die neue Sichtweise, die Linearperspektive, war ein Werkzeug sowohl für Gelehrte als auch für Künstler, und die Geometrie wurde auf Kunst, Wissenschaft und Technologie angewendet.

Das mit dem Rückgriff auf die Antike verbundene wachsende Interesse an Kartografie im frühen 15. Jahrhundert fiel mit der Epoche der großen geografischen Entdeckungen zusammen. Karten und Kartografie spielten in der Expansionspolitik der europäischen Seemächte eine Schlüsselrolle. Auf dem Erdglobus von Martin Behaim (1459–1507) wurden den Bürgern von Nürnberg die portugiesischen Entdeckungen zum ersten Mal vor Augen geführt, und zwar im Jahr 1492, als Kolumbus in seiner ›terra nova‹ landete.

Die Weltkarte von Martin Waldseemüller (um 1470–1520) von 1507 war eine logische Fortsetzung der ptolemäischen Erkenntnisse. Er verwendete als erster den Namen »America« für den südlichen Teil der ›Neuen Welt‹, eine große, von Amerigo Vespucci entdeckte Insel.[13] 1516 veröffentliche Waldseemüller eine weitere, allerdings anders geartete Weltkarte, die »Carta Marina«. Sie verwendete Erkenntnisse portugiesischer Seefahrer und war der traditionellen Methodik für Portolankarten verpflichtet. Weitere Weltkarten in unterschiedlicher Form – Herz, Oval, Kreis, Rechteck u. a. – mit den neu entdeckten Ländern folgten, wobei alle die Bezeichnung »America« für den neuen Kontinent übernommen haben.

Zur Ptolemäus-Renaissance und den Entdeckungen kam im 15. Jahrhundert ein weiterer Faktor, der der Kartografie zum Aufschwung verhalf. Die Technologie der kartografischen Reproduktion erfuhr durch die Einführung der Drucktechnik eine radikale Veränderung. Wie der Fall der Waldseemüller-Karte belegt, wurde eine gedruckte Landkarte zu einem kulturellen Agens und von ihrem Autor unabhängig. Der Text und Bild verbindende Hochdruck schuf neue, ungeahnte Möglichkeiten, wie sich an der *Nürnberger Chronik* von 1493 ablesen lässt, die auch eine Welt- und eine Europakarte enthält. Ptolemäus' Traktat wurde 1475 zunächst ohne Karten gedruckt, wenige Jahre später dann in Bologna (1477), Rom (1478) und Florenz (1482) mit Karten als Kupferstiche. Aufgrund der höheren Kosten und der für den Kupferstich erforderlichen Fachkenntnisse blieb jedoch der Holzschnitt im 16. Jahrhundert für den Druck von Karten in Büchern die übliche Methode.

Ptolemäus wurde in der Renaissance nicht ›statisch‹ übernommen. Es war von Anfang an ein dynamischer Prozess. Seine Abhandlungen verbanden Astronomie und Geografie, was Jacopo Angeli betonte, als er der lateinischen Ausgabe der Schrift von Ptolemäus einen neuen Titel gab – *Kosmografie*. Im 16. Jahrhundert etablierte sich die *spherae armillaris* als Symbol der Renaissancekosmografie zur Königsdisziplin. Dabei wurde das All auf einfachen kosmografischen Diagrammen mit den Sphären als Kreisen oder auch in Form ausgeklügelter mechanischer Modelle, sogenannter Weltmaschinen, dargestellt. In diese Gruppe von Veröffentlichungen ist auch die 1542 in Kronstadt (rum. Braşov) erschienene *Rudimenta cosmographica* des siebenbürgischen Humanisten Johannes Honterus (1498–1549) einzuordnen. Der lateinische Text ist in Reimform verfasst und enthält Holzschnitte mit astronomischen Diagrammen und Landkarten, was die Beliebtheit des Werks erklärt.[14]

Im einleitenden Teil seines Werks differenzierte Ptolemäus deutlich zwischen *Geografie*, der Beschreibung der Welt als Ganzes, und *Chorografie*, der Darstellung einzelner Regionen. Er wies darauf hin, dass es sich um unterschiedliche Bereiche mit unterschiedlicher Methodologie handelte: die ›Wissenschaft‹ der Geografie fußte auf mathematischen Grundsätzen, während die Chorografie eine ›künstlerische‹ Abbildung einer Weltgegend und deren landschaftlichen Eigenschaften war. Dieser Unterscheidung folgten Gelehrte und Künstler der Renaissance nicht, sicher auch eine Folge der falschen Übersetzung des Textes von Ptolemäus. Sie deuteten Geografie als »Nachahmung von Malerei«, Kartenzeichnen als bildliche Darstellung.[15] Diese ›Verschmelzung‹ wirkte sich erheblich auf die frühmoderne Kartografie aus. Dafür ist das *Cosmographicus liber* von Peter Apian (1495–1552), 1524 in Landshut erschienen, ein gutes Beispiel. Zwar ist in dem Werk die Geometrie noch der allgemeine Schlüssel, der die Beschreibung des ganzen Universums oder der Erdsphäre eint, aber das menschliche Auge – als Mittelpunkt der Perspektive – ist ein Symbol für die synoptische Sicht. Bei Apian beziehen sich die Begriffe Chorografie und Topografie auf die Beschreibung kleiner Einzelorte – Städte, Gemeinden und Häfen.[16]

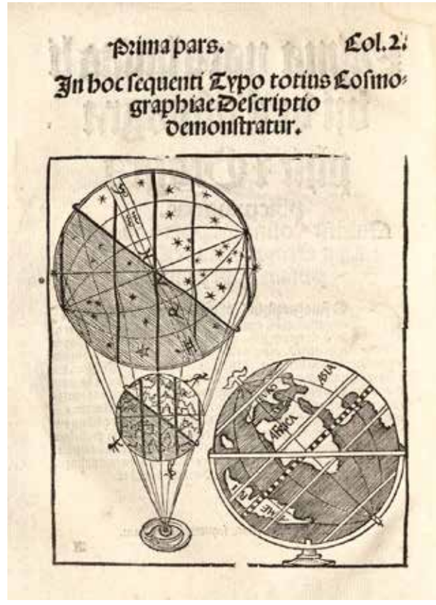
Das wachsende Interesse an bildlichen Darstellungen urbaner Konglomerate führte im 15. Jahrhundert zur Erfindung eines neuen kartografischen Genres, der modernen Stadtansicht. Dem römischen Architekten Vitruv (um 90–20 v. Chr.) folgend, wurden drei Darstellungsformen, Grundriss, Schnitt und perspektivische Ansicht (*ichnographia, orthographia, scaenographia*) verwendet, wobei alle drei die Proportionen der gezeigten Gegenstände getreu wiedergaben. Beispielhaft sei Leon Battista Albertis (1404–1472) Bericht zu seinem Romplan (um 1440) angeführt. Er war nicht als bildhafte Präsentation gedacht, sondern als geometrische Zeichnung von Punkten und Linien, die er vermessen hatte.

Demgegenüber verwendeten Renaissancekünstler perspektivische Darstellungen, um die Illusion einer Echtsicht zu schaffen. Nach Francesco Rossellis (1445 – um 1508) Ansicht von Florenz (um 1485) entstanden mehrere Stadtansichten von einem idealen Blickpunkt aus festgehalten. Auf der Holzschnittversion von Rossellis Ansicht ist sogar der Chorograf zu sehen, wie er auf einem Hügel an seiner Zeichnung arbeitet. Das Stadtgefüge ist zwar erkennbar, aber der künstlerische Titel »Fiorenza« suggeriert eher eine künstlerische Präsentation, also eine Abbildung der Stadt in ihrer Blütezeit. Im Gegensatz zu Italien wurde in den Niederlanden die Stadtlandschaft meistens im Profil gezeigt. In den folgenden Jahrhunderten finden sich zahlreiche Versuche, die unterschiedlichen Ansichten und diversen Perspektiven zu einem Gesamtbild der Stadt und ihres Umlands zusammenzufügen.

Befördert wurde die Verbreitung der neuen Darstellungsformen durch Veränderungen in der Militärarchitektur. Als Reaktion auf effizientere Feuerwaffen entwickelten italienische Architekten im späten 15. Jahrhundert neuartige Verteidigungssysteme, so dass im 16. Jahrhundert überall in Europa polygonale, üblicherweise fünf- bzw. sechseckige Festungen mit triangelförmigen Basteien entstanden. Diese Anlagen wurden sorgfältig mit Lineal und Kompass geplant und zunächst von Baumeistern, dann von Militäringenieuren errichtet. Im 16. Jahrhundert beherrschten dieses Feld italienische Architekten. Es erfuhr dann aber eine zunehmende Internationalisierung, wie die Biografie von Daniel Specklin (1536–1589) zeigt. Seine Ausbildung zum Militärarchitekten erfolgte in Düsseldorf, Regensburg und Wien. Er reiste dann durch Dänemark, Schweden, die Niederlande und Ungarn, bevor er nach Straßburg zurückkehrte, wo er sein Hauptwerk *Architectura von Vestungen* (1589) verfasste.[17] Einflussreiche Festungsexperten waren später Sébastien Le Prestre de Vauban (1633–1707) in Frankreich und sein holländischer Kollege Menno Coehorn (1641–1704). In den 1570er Jahren stellten die italienischen Baumeister Angielini in Wien systematische Sammlungen von Ansichten und Plänen der Festungen entlang der Habsburgisch-Osmanischen Grenze zusammen. Diese enthielten schon eine allgemeine Karte sowie weitere Karten für jede militärische Region und belegen eine frühhabsburgische Militärkartografie.[18]

Im Unterschied zur Darstellung von Ansichten von Städten und Plänen von Festungswerken blieb die Vermessung größerer Landstriche eine technische Herausforderung. Theoretisch wären astronomische Messwerte, also die Bestimmung von Breite und Länge, die beste Lösung gewesen, aber wegen der beschränkten Genauigkeit (Abweichungen von 30–60 km) war im 16. Jahrhundert eine Verwendung solcher Koordinaten für eine stimmige Regionalkartografie ausgeschlossen. Die einzig mögliche Lösung war die Nutzung bekannter Entfernungen zwischen einzelnen Orten. Dabei wurden trotz Schrittzahl oder der geschätzten Reisezeit erstaunlich genaue Werte erzielt.

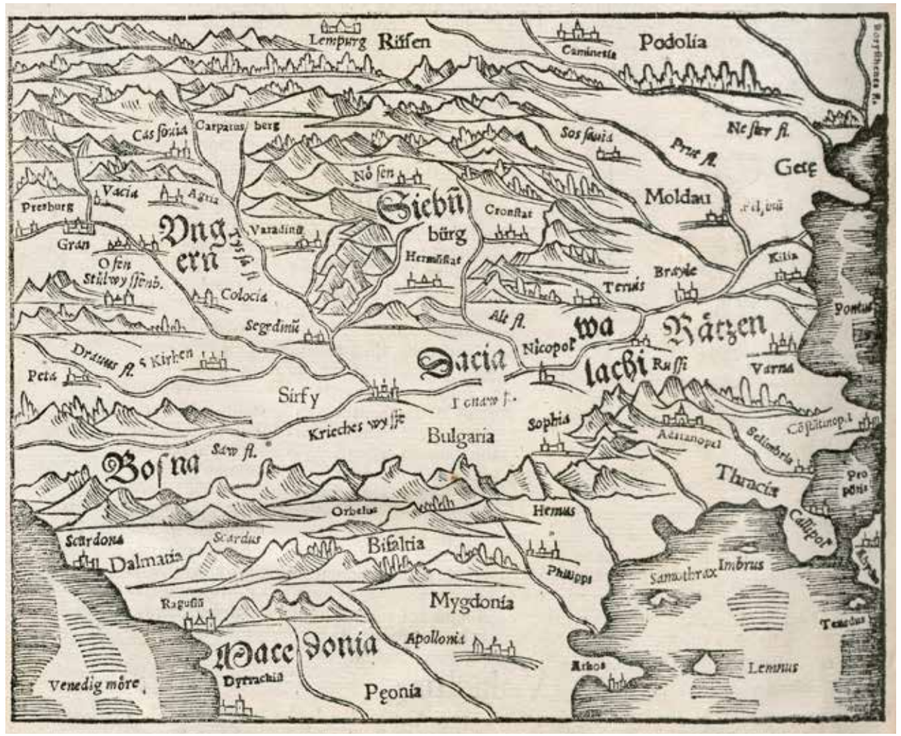
Die Vermessung von Entfernungen und Winkeln war an sich nichts Neues, aber die Verwendung der entsprechenden Informationen zur Erstellung von Landkarten war eine Neuheit. Sebastian Münster (1488–1552), der von 1513 bis 1518 bei Johannes Stöffler (1452–1531) in Tübingen studierte, beschrieb als Erster die Methoden und das Verfahren der regionalen Kartenzeichnung.[19] Münsters Erläuterung beigefügt war eine Karte von Heidelberg mit seinem Umland und eine Abbildung seines Messinstruments: ein graduierter Halbkreis mit Zeiger und Magnetkompass.



3 Petrus Apianus: Cosmographicus liber, studiose collectus, Landhut 1524, Bl. 2. Bayerische Staatsbibliothek, München

Von einem Turm in Heidelberg, der sich in der Mitte des Papierblatts befindet, misst der Geometer das magnetische Azimut der Linien, die zu Türmen in anderen Städten (z. B. Speyer) weisen. Die Linien sind mit dem Lineal gezeichnet und die Entfernung wird durch den Kompass markiert. Nach Wiederholung der Prozedur von dem neuen Punkt aus ließen sich die anderen Örtlichkeiten an Schnittstellen der Sichtlinien bzw. Entfernungskreisen finden.

1533 beschrieb Gemma Frisius (1508–1555) in seinem *Libellus de locorum describendum* dasselbe geometrische Verfahren zur Bestimmung geografischer Koordinaten, nämlich die Triangulation. Er hatte festgestellt, dass die Messung einer einzigen Entfernung ausreicht, weil sich alle anderen Seiten der aneinander anschließenden Dreiecke durch die Winkel errechnen lassen. Die Triangulation wurde im 17. und 18. Jahrhundert zu einer äußerst wichtigen Methode, wie die Arbeiten von Willebrord Snell (1580–1626) zeigen.[20] Eines ähnlichen Verfahrens einschließlich der Triangulation bediente sich der Tübinger Astronomieprofessor Wilhelm Schickard (1592–1635) für seine Vermessung Württembergs ab 1624.[21] Eine Zusammenfassung der Methoden zur chorografischen Erfassung lieferte 1541 Georg Joachim Rheticus (1514–1574). Er wies auch



4 Karte von Ungarn, Siebenbürgen und den angrenzenden Regionen, aus: Sebastian Münster, Cosmographiae universalis libri VI, Basel 1554, S. 456. GLA Karlsruhe

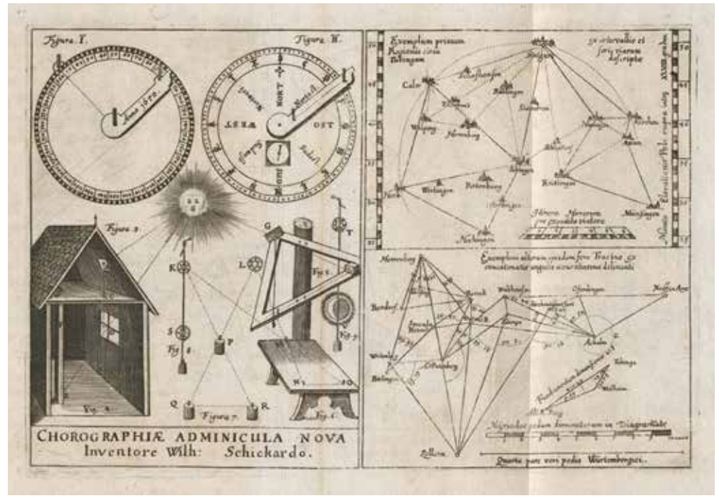
darauf hin, dass geografische Koordinaten sich nicht für die Erstellung größerer Landkarten eignen. Die Nutzung älterer, auf Entfernungslisten bzw. Itinerarien fußender Karten zur Messung neuer Koordinaten durch grafische Systeme bot sich jedoch an, wie die Veröffentlichungen von Johannes Schöner (1477–1547)[22] und Apian[23] zeigen.

Bis Mitte des 16. Jahrhunderts hatten sich die neuen Vermessungsmethoden weiter durchgesetzt, wie Sebastian Schmids (1533–1586) handgeschriebenes Traktat *Topographia et Chorographia* von 1566 und Tilemann Stellas (1525–1589) Kurzbericht zu einer allgemeinen Deutschlandkarte belegen.[24] Stellas chorografische und historische Methode folgte der von Sebastian Münster, dessen *Cosmographia* mit Regionalkarten und hunderten Abbildungen ab 1544 in Basel veröffentlicht wurde.

Andere Kosmografen, allen voran Gerhard Mercator (1512–1594) waren in ihren Kartensammlungen im Buchformat stärker der mathematisch-astronomischen Tradition verbunden. Der erste Atlas, *Theatrum orbis terrarum,* 1570 in Antwerpen erschienen, wurde von Abraham Ortelius (1527–1598) veröffentlicht. Die Bezeichnung »Atlas« geht auf Mercator zurück, dessen kritische Methode in einer systematischeren und einheitlicheren Kartenzusammenstellung ihren Ausdruck fand.[25] In der Denkweise eines Lesers der Renaissance waren Atlanten ein Spiegel der Welt. Diese weit verbreitete Metapher für Wissenschaft hielt Einzug in die Titel der Werke von Gerard de Jode (1509–1591) (*Speculum Orbis Terrarum,* Antwerpen 1578) bzw. Lucas Janszoon Waghenaer (1533/34–1606) (*Spieghel der zeevaerdt*, Leiden 1584).

Die praktischen Methoden des Kartenzeichnens wurden etwa zur gleichen Zeit von Paul Pfinzing (1554–1599) ausführlich beschrieben. Die Abbildungen in seinem Band sind aufschlussreich, weil man darauf erkennt, wie ein abstraktes Diagramm im Laufe des Zeichnungsprozesses zu einer bildlichen Darstellung wird. Der neu erfundene Messtisch war hier hilfreich, weil er die Produktion immer bildhafterer Landkarten

Kurtze Anweiſung
Wie Künſtliche Land-Tafeln auß rechtem Grund
zu machen / und die biß her begangne
Irrthumb zu verbeſſern /
Sampt etlich Neuw erfundenen Vortheln / die Polus
höhin auffs leichteſt / und doch ſcharpff genug
zu forſchen.
Durch
Herrn Wilhelm Schickharten Seel.
geweſenen Profeſſorn in Tübingen.
Emendationis primus eſt gradus,
Errorem detexiſſe.
Tübingen /
Verlegts Johann Georg Cotta /
Im Jahr 1669.



5 Wilhelm Schickard: Kurtze Anweiſung, wie künſtliche Land-Tafeln auß rechtem Grund zu machen […], Tübingen 1669, Titelblatt und Tafel mit Instrumenten für Vermessung und Kartierung. Bibliothek der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich

erleichterte. Zusammen mit anderen zeitgenössischen Instrumenten beschrieb 1607 als Erster Johannes Praetorius (1537–1616) einen Messtisch (*Fabrica et usus instrumenti chorographici*). In den folgenden Jahrhunderten blieb der Messtisch das wichtigste Werkzeug im Vermessungswesen und in der Herstellung topografischer Karten.

Landkarten wurden ab dem 16. Jahrhundert nicht nur in Europa immer gebräuchlicher. Karten nach europäischer Art, zuweilen mit lokalen kartografischen Traditionen kombiniert, wurden unter anderem in Japan, China und Mexiko produziert.[26] Sie waren eng mit dem entstehenden modernen Zentralstaat verbunden und seinen administrativen, politischen und militärischen Funktionen verpflichtet. Karten entfalteten eine besondere Macht.[27] Manchmal war es sogar der Herrscher in Person: Kurfürst August von Sachsen vermaß und kartierte sein Herrschaftsgebiet selbst.[28] Viel öfter jedoch wurden Mathematiker, Geometer oder Geografen mit der Herstellung von Landkarten für die Herrscher beauftragt. Kurz nachdem Jakob van Deventer (um 1500–1575) die Habsburger Gebiete in den Niederlanden kartiert hatte, beauftragte Albrecht V. von Bayern Philipp Apian (1531–1589) mit der Landesvermessung Bayerns.[29]

Aufklärung als kartografisches Projekt

Ab der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts begann eine neue Phase der Kartografie, in der bisher eher lose verbundene Bereiche (Geografie, Astronomie, Militärarchitektur, Landvermessung usw.) zu einem Großunternehmen gebündelt wurden: Die Kartografie der Aufklärung, das Kartenzeichnen im Zeitalter der Vernunft, setzte ein.[30] Der geografische Traum des Ptolemäus wurde Wirklichkeit, als die geometrische Methode der Triangulation und die neuen Messwerkzeuge zur Verfügung standen. Hinzu kamen bedeutende Neuheiten in der Optik, namentlich Fernrohre und Mikroskope. Der Blick des Landvermessers weitete sich fast ins Unendliche und die Messgenauigkeit nahm ganz erheblich zu. Sie trugen zu der von dem Jesuiten Giovanni Riccioli (1598–1671) geforderten »Reform« bei,[31] die sich der neuen theoretischen Ansätze des zum Militäringenieur ausgebildeten Philosophen René Descartes (1596–1650) bedienten.

Die französische Wissenschaftsakademie entstand 1666 in Paris mit dem Auftrag, eine genauere Karte des Landes für den Minister Jean-Baptiste Colbert (1665–1746) und König Ludwig XIV. (1638–1715) anzufertigen. Für die dafür erforderliche Ortsbestimmung wurde in Paris eine Sternwarte unter der Leitung von Giovanni Domenico Cassini errichtet, der aus Bologna als königlicher Astronom nach Frankreich berufen wurde. Galileo Galilei (1564–1642) folgend,

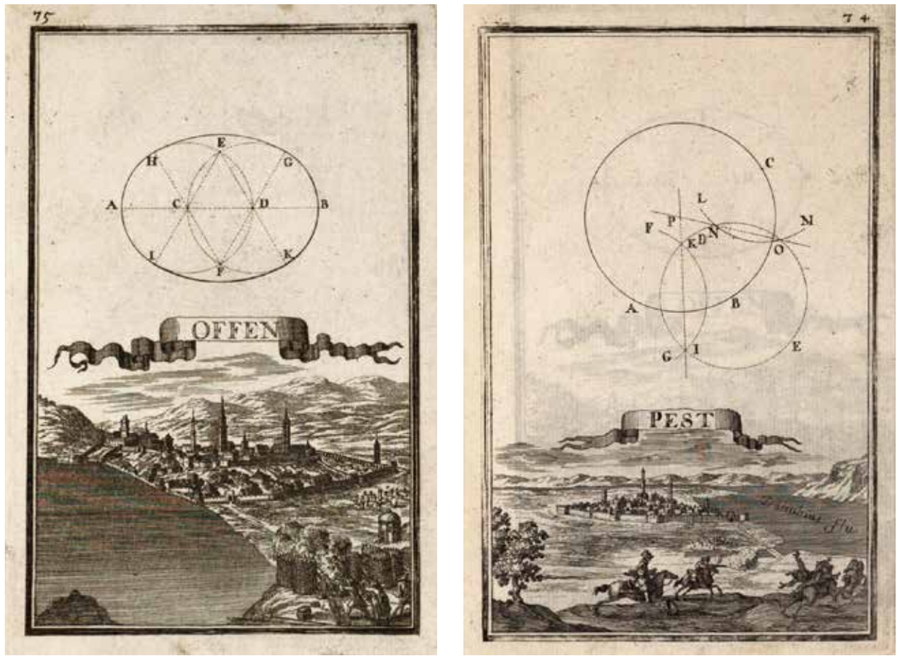
6 Meridianstreifen des Coronelli-Globus, moderne Rekonstruktion von Zolt Török. © Zolt G. Török

erarbeitete Cassini genaue Tabellen zur Bestimmung der geografischen Länge anhand der Beobachtung der Jupitermonde. Zusammen mit den Akademikern Jean Picard und Philippe de la Hire korrigierte Cassini bis 1681 die Verortung diverser Städte sowie die Umrisse der Frankreichkarte. In den Folgejahren weitete er seine Tätigkeit auf das Sammeln von Daten über die ganze Welt aus. Auf der Grundlage der neuen Koordinaten gelang es ihm, eine Erdplanisphäre mit 7,5 m Durchmesser anzulegen.

Nebst Karten waren Globen ein wichtiges Medium der frühneuzeitlichen Raumdarstellung. Globen vermitteln spezifische Raumbilder über die Gestalt der Erde sowie deren Repräsentation im Modell. Ihre Gestaltung war nicht nur vom mathematisch-astronomischen Wissen, sondern auch von den Vorstellungen über die Erde und ihre Position innerhalb des Universums abhängig. Der venezianische Universalgelehrte und Kartograf Vincenzo Maria Coronelli (1650–1718) war der größte Globenhersteller aller Zeiten.[32] In einem 1996 abgeschlossenen wissenschaftlichen Projekt an der Eötvös Loránd Universität, Budapest, wurde der Herstellungsprozess eines Coronelli-Globus mit zeitspezifischen Methoden und Drucktechniken rekonstruiert. Die Segmente des neu entstandenen 42-Zoll-Török-Coronelli Globus – sie leiten auch die Ausstellung »Fließende Räume« – ein, sind von Kupferplatten auf Büttenpapier gedruckt und handgezeichnet. Das 1996 abgeschlossene Globus-Projekt erbrachte neue Erkenntnisse über die Herstellungspraxis frühneuzeitlicher Globen und stellt Sammlern und Museen weltweit den größten gedruckten Globus (110 cm) zur Verfügung.[33]

Coronellis berühmte, den Palast in Marly schmückende riesige Globen mit 3,85 m Durchmesser wurden 1683 für König Ludwig XIV. in Paris angefertigt.[34] Im ausgehenden 17. Jahrhundert gewannen diese Symbole kosmografischen Wissens, künstlerischer Schönheit und globaler Macht an Bedeutung. Die nach dem Vorbild der Pariser Globen in seiner Werkstatt gedruckten verkleinerten Globen (ca. 104 cm) enthalten die gleichen dekorativen Bildelemente, Kartuschen und Vignetten. Coronellis geografische Datengrundlage beruht vor allem auf französischen Quellen. Das Innere von Afrika und Asien ist sparsam dargestellt, visuelle Darstellungen von geografischen Kuriositäten, exotischen Pflanzen, Tieren und Menschen füllen die Informationslücken. Kalifornien wird als Insel dargestellt.

Die Praxis der Globenherstellung wird in der *Encyclopédie française* beschrieben. Die Weltkarte bestand aus mehreren – bei Coronelli 24 – Globus-Segmenten. Das geografische Gradnetz ermöglichte die Verortung der geografischen Objekte: Küsten, Flüsse, Siedlungen und Grenzen. Der Kupferstich war ein für die Vervielfältigung besonders geeignetes Verfahren zur Herstellung von Kupferdruckplatten. Nachdem die Erhebungen der Erdoberfläche und die dekorativen Bildelemente eingezeichnet waren, wurde der gesamte grafische Inhalt mit dem Grabstichel seitenverkehrt auf eine Kupferplatte übertragen. In die fertig gestochene Platte wurde die zähe Tiefdruckfarbe aufgebracht und in die vertiefte Zeichnung eingerieben. Der Abzug erfolgte in der Kupferdruckhandpresse. Dazu wurde die Platte, das aufgelegte gefeuchtete Papier und Abdeckmaterial unter starkem Druck zwischen zwei Walzen hindurchgezogen. Ein weiteres, eher in der künstlerischen Druckgrafik als in der Landkartenproduktion angewandtes Verfahren war die Radierung. Bei der Ätzradierung wird die Zeichnung in eine zunächst auf die Platte aufgebrachte Abdeckschicht gekratzt. Anschließend wird die Platte mit einer Ätzflüssigkeit geätzt, wobei nur die Stellen angegriffen werden, an welchen die Deckschicht verletzt wurde. Nach dem Spülen der Platte wird die

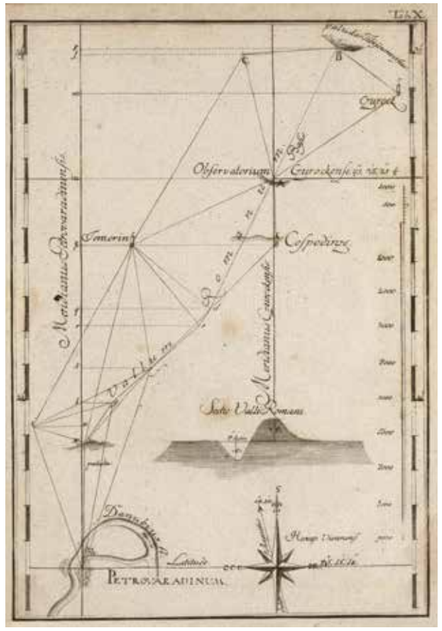


7 Ansichten von Buda und Pest, aus: Anton Ernst Burckhard von Birckenstein: Ertzherzogliche Handgriffe deß Zirckels und Linials, Augsburg 1689. Bayerische Staatsbibliothek, München

Deckschicht entfernt. Der Druckvorgang unterscheidet sich nicht vom Kupferstich. Beide Tiefdruckverfahren ermöglichten neben feinen Linien auch grobe Striche und waren für den Landkartendruck besonders geeignet. Weil die Erde rund ist, benötigt das Papier eine spezielle Form und wird in so genannten sphärischen Zweiecken gedruckt. Die wie Stücke einer gleichmäßig aufgeschnittenen Orangenschale aussehenden Meridianstreifen wurden aus den Papierbögen herausgeschnitten und auf die Kugeln geklebt. Nordhalbkugel und Südhalbkugel werden zusammengefügt und mit einem Messingmeridianring befestigt. Je nach Modell bekam der Globus noch einen entsprechenden Fuß, entweder aus Metall oder Holz.

Neue Wege in der französischen Kartografie wurden Ende des 17. Jahrhunderts beschritten. 1681 schlug Picard die Erstellung eines Triangulationsnetzes vor, das ganz Frankreich abdecken sollte. Das riesige geometrische Gefüge wurde bis 1744 vermessen und berechnet. Das ehrgeizige, hochwissenschaftliche und entsprechend kostspielige Projekt nahm viel Zeit in Anspruch.[35] Die Frankreichkarte »Carte géométrique de la France« bestand letztendlich aus 180 Blättern im Maßstab 1:86.400. Genau genommen handelte sich um eine einzige riesige Karte des Landes mit kleinsten Details. Ähnliche Vorhaben wurden in Preußen und der Habsburgermonarchie in Angriff genommen. Nach dem verlorenen Siebenjährigen Krieg begannen die Habsburger 1763 Schlesien topografisch zu vermessen und setzten dann die Landesaufnahme in anderen Provinzen fort. Von 1765 bis 1785/87 wurden ca. 1 Mio. km² vermessen und im Maßstab 1 Wiener Zoll : 400 Wiener Klafter (ca. 1:28.000) kartiert. Allerdings gründete diese Aufnahme noch nicht auf einem Triangulationsnetz und den Kartenblättern mangelte es an Einheitlichkeit. In der Praxis folgten viele der frühen europäischen Kartierungsunternehmungen dem französischen Vorbild. Aufgrund begrenzter finanzieller und intellektueller Ressourcen erreichten sie aber ihre Ziele nicht.

Die Cassini-Karte und andere Projekte der Zeit waren noch nicht der Beginn einer topografischen Kartografie.[36] Neu war aber, dass nun nicht mehr separate Regionen, sondern größere Territorien aufgrund strikter Triangulation und genauer astronomischer Messungen systematisch dargestellt wurden. Geo-



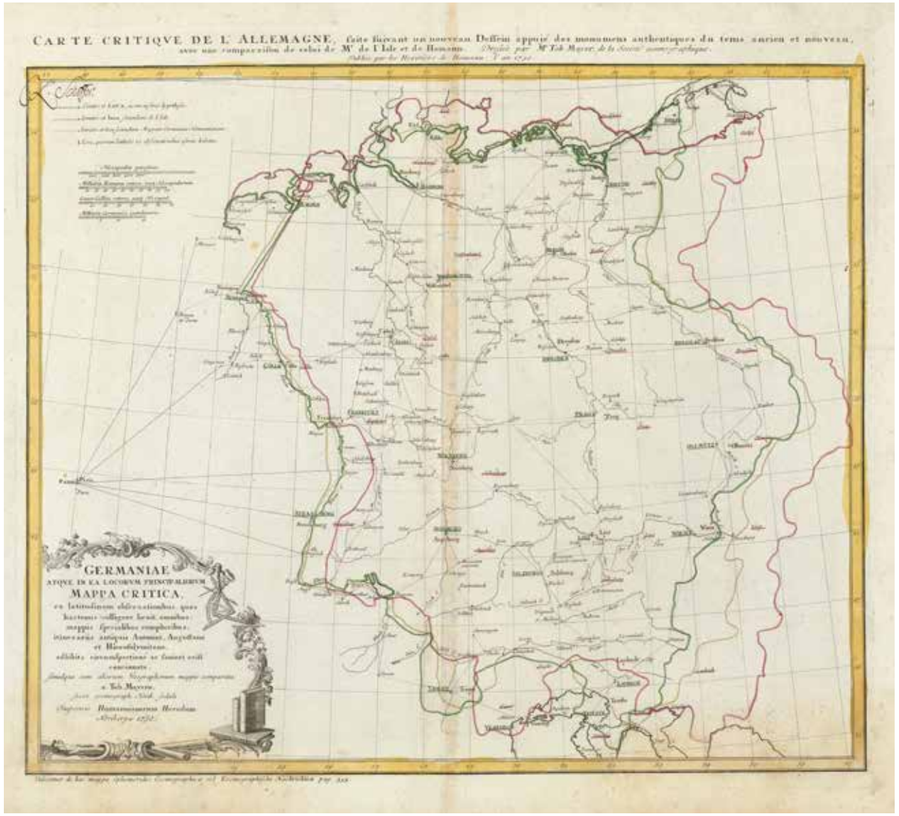
8 Vermessung an der südlichen Grenze der Habsburgermonarchie, aus: Joseph Liesganig: Dimensio graduum meridiani Viennensis et Hungarici, Wien 1770, Taf. X: Vermessungsnetz zwischen Czurog (serb. Čurug) und Peterwardein (serb. Petrovaradin). Bibliothek der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich

metrie und Astronomie wurden im Hinblick auf eine vollständige Geografie miteinander verbunden. Detaillierte topografische Karten deckten das ganze Gebiet ab, kein Ort blieb unerforscht. Veränderungen fanden auch im Bereich der Topografie als anschauliche Beschreibung und grafische Darstellung einzelner Orte statt. Der ›wissenschaftlich‹-kartografische Ansatz verwendete eine neue grafische Sprache und bestimmten Objektkategorien entsprachen in der Kartendarstellung bestimmte konventionelle Zeichen. Mit der Zeit verschwanden bildhafte Szenen, dekorative Kartuschen und Umrahmungen, barocke Putten und grafische Allegorien.

Trotz aller Fortschritte blieben die Vermessung, Erfassung und Zusammenstellung weiterhin das genuine Arbeitsfeld von uniformierten Menschen. Die Darstellung des Terrains war schon in der Renaissance für das militärische Auge von großer Bedeutung, so wie die Höhenverhältnisse für Offiziere bei der Planung von Angriffs- bzw. Verteidigungsmaßnahmen wichtig waren. Konzentrierte sich die Kriegführung während der Renaissance noch auf die Belagerung von Festungen, so änderte sich dieser Ansatz mit der strategischen Kriegsführung des Preußenkönigs Friedrich des Großen (1712–1786). Die Militärkampagnen wurden auf eine mathematische Grundlage gestellt und bestanden immer öfter aus vorsichtigen Manövern, inneren Verteidigungslinien und der Besetzung erhöhter Kampfstätten und strategisch wichtiger Orte. Zwischen 1760 und 1790 erstellten Landvermesser und Zeichner unter der Leitung von General Friedrich Carl von Schmettau (1743–1806) ein Kartenwerk (die »Kabinettskarte«) für den preußischen König, um die Kontrolle der preußischen Territorien aus dem Kartenraum heraus zu gewährleisten.

Im Kontext der Militärwissenschaft erforderte die Erforschung des Geländes eine geeignete Darstellungsmethode. In frühen Zeiten wurden zur Darstellung von Erhebungen und zuweilen zur Angabe von Höhen bzw. Hangrichtungen die Schattierung und Schraffur eingesetzt. Die Schraffurtechnik geht zurück auf Johann Gottlieb Tielke (1731–1787) und Ludwig Müller (1737–1804), beide Offiziere und Professoren an der Dresdner Ritterakademie.[37] Nach vielen Debatten publizierte Johann Georg Lehmann (1765–1811) sein System zum Schraffen von Abhängen aufgrund geometrischer Gesetze. Obwohl seine Voraussetzungen falsch waren, lieferte die Theorie einer exakten Reliefdarstellung einen weiteren wesentlichen Beitrag zur Entwicklung der Kartografie als Wissenschaftsbereich.[38]

Um auf hydrografischen Karten die Wassertiefe anzuzeigen, wurden Umrisslinien verwendet. Diese Darstellungsmethode wurde 1782 von Marcellin Du Carla-Bonifas (1738–1816) zur Kartenzeichnung im Allgemeinen empfohlen. Der französische Geograf Jean-Louis Dupain-Triel (1722–1805) erarbeitete 1791 eine Frankreichkarte mit isometrischen Linien und getönten Schichten. Dies war zwar eine geometrische Methode zur Darstellung von Erhebungen, aber das Fehlen von Höhenangaben verhinderte ihre allgemeine Anwendung auf topografische Karten. Isometrische Linien dienten zur Veranschaulichung der magnetischen Deklination in den Karten Edmond Halleys (1656–1742). Beispiele früher thematischer Kartografie sind die im 17./18. Jahrhundert von einigen Gelehrten erstellten Karten zur Verdeutlichung räumlicher Angaben und Informationen.[39] Dazu gehörte Luigi Ferdinando Marsigli (1658–1730), ein italienischer Militäringenieur in kaiserlich-habsburgischen Diensten, der in Ostmitteleuropa aktiv war. In Zusammenarbeit mit dem Astronomen, Landvermesser und Kartenzeichner Johann Christoph Müller (1673–1721) aus Nürnberg fertigte er an der Wende zum 18. Jahrhundert sowohl



9 Tobias Mayer: Überarbeitete Landkarte Deutschlands (Germaniae […] Mappa Critica), Nürnberg 1750. Hauptstaatsarchiv Stuttgart

geografisch-chorografische als auch thematische Landkarten an.[40]

Im 18. Jahrhundert konnten künftige Geodäten ihren Beruf anhand der Schriften von Jaques Ozanam (1640–1718) bzw. Dupain de Montesson (um 1715–um 1790) erlernen.[41] Geografische und topografische Erkundungen und Kartenzeichnen wurden zum Lehrfach an Ausbildungsstätten für militärische und zivile Ingenieure. Prinz Eugen von Savoyen (1663–1736) initiierte die erste Technische Akademie für Militäringenieure, die 1717 ihren Betrieb aufnahm.[42] Ihr erster Direktor, Leander Anguissola (1652–1720), hatte in den Türkenkriegen als Militäringenieur gedient. Sein jüngerer Kollege Johann Jakob Marinoni (1676–1755) war Astronom, Mathematiker und Kartograf; er trat für die Nutzung von Messtischen für topografische und Katastervermessungen ein und produzierte ›ichnografische‹ Karten der Lombardei.[43] Die Methodik des Kartenzeichnens besaß hauptsächlich praktische Aspekte, und eine wichtige Quelle zur Herstellung militär-topografischer Landkarten stellt das Textbuch von Ferdinand Landerer (1743–1796) von 1783 dar.[44]

Vermessung, Erkundung und Kartierung hielten im 18. Jahrhundert Einzug in die Lehrpläne der Militärschulen und -akademien. 1757 gab Georg Moritz Lowitz (1722–1774), Geografieprofessor in Göttingen, Vorlesungen über den Aufbau und das Zeichnen von Landkarten. Zusammen mit Johann Michael Franz (1700–1761) und Tobias Mayer (1723–1762) gründete er die »Cosmographische Gesellschaft« in Nürnberg, die trotz ihres Scheiterns zum Vorbild zahlreicher geografischer Gesellschaften und der akademischen Geografie in Deutschland wurde.[45]

Kartografie als Methode und als geometrie-basierte

Projektion wurde in der Aufklärung als universal, rational, empirisch und objektiv angesehen. Mit anderen Worten: Kartografie war die Methode zur Schaffung von Wissen auf der Basis empirischer Beobachtungen und Messungen. Während aber die systematische Methode des Kartenzeichnens als ›wissenschaftlich‹ par excellence betrachtet wurde, hatte die Kartografie noch keinen Platz unter den wissenschaftlichen Disziplinen. Bei genauerer Betrachtung offenbart sich, dass sich die Kartografie nicht so sehr durch einen radikalen Wandel um 1700 veränderte, sondern eher durch eine Reihe von Entwicklungen, die sich nach der Mitte des 18. Jahrhunderts verstärkten. Obwohl die astronomischen Beobachtungen und das geometrische Rahmenwerk von Cassinis Frankreichvermessung einer kritischen Kartografie als Modell dienten, muss darauf hingewiesen werden, dass dieses Großprojekt zwar schon im 17. Jahrhundert begann, aber erst knapp ein Jahrhundert später vollendet wurde. Das neuartige Element war dabei eigentlich nicht die Erstellung genauerer und detaillierter Landkarten, sondern eine einheitliche Strukturierung der Arbeitsvorgänge und ihrer grafischen Wiedergabe. Die Exaktheit astronomischer und geodätischer Messungen nahm nach der Erfindung von Instrumenten mit optischen Teleskopen und Mikroskopen sowie des Chronometers enorm zu. In der Tat war eine präzise Zeitmessung für die Bestimmung des Längengrads von großer Bedeutung und stellte daher in der Seefahrt eine dringliche Aufgabe dar. Daher setzte das britische Parlament 1714 eine Belohnung von 10.000 Pfund für die Lösung des Längenproblems aus. Der Uhrmacher John Harrison (1693–1776) konstruierte daraufhin den Schiffschronometer, welcher das Problem zur See löste. Eine weitere Lösung bot Tobias Mayer mit seinen Mondtafeln an.

Dank genauerer Erdvermessung durch Triangulationsnetze ließ sich die Länge eines Meridianbogens feststellen. Der französische Astronom Jean Richer (1630–1696) beobachtete, dass der Schlag seiner Pendeluhr in Paris anders war als in Guayana. Die Erklärung dafür: Die Erde ist nicht vollrund, sondern an den Polen etwas abgeplattet. Die Ergebnisse der Erkundungen während der von der Französischen Akademie nach Ecuador (1735–1739) und Lappland (1736–1737) entsandten Expeditionen stützten die entsprechende, von Newton aufgestellte Theorie. Dieselben Gradmessungen dienten zur Bestimmung eines neuen Längenmaßes, das 1793 die Bezeichnung »Meter« bekam. Nachdem die ›neue‹ Form und Größe der Erde festgestellt worden war, stellte sich natürlich das Problem der Darstellung der sphärischen Oberfläche auf einer (zweidimensionalen) Fläche. Ausführlich mit Kartenprojektionen befasste sich der Mathematiker Johann Heinrich Lambert (1728–1777), der darin ein Mittel zur Verringerung von Verzerrungen und zur Gewährleistung der Kartengenauigkeit erkannte.

Umfangreiche topografische Aufnahmen in Europa und den Kolonien, darunter die Erkundung Ägyptens unter Napoleon (1798–1802), ergaben einheitliche, detaillierte und genaue Landkarten der entsprechenden Territorien. Andererseits handelte es sich um äußerst teure Unterfangen, die Spezialinstrumente, Fachpersonal und aufwändige Strukturen zur Koordination und Finanzierung von Langzeitprojekten benötigten. Nur Staaten waren, wenn auch nicht immer, in der Lage, solche Bestandsaufnahmen zu finanzieren. Problematisch erwiesen sich vor allem die Katasteraufnahmen. Die Katastervermessung Josephs II. (1741–1790) scheiterte am Widerstand des Adels. Nach den Napoleonischen Kriegen spielte das Militär eine immer größere Rolle. Die Militärkartografie wurde überall in Europa institutionalisiert. Das k. u. k. Militärgeographische Institut, 1839 in Wien gegründet, ging aus einer gleichartigen Einrichtung hervor, die in Oberitalien unter Napoleon eingerichtet worden war. Seine Hauptaufgaben waren die Geländevermessung und die Erstellung topografischer Karten.

Landkarten spielten nun auch im Geografieunterricht eine wichtige Rolle und sie wurden dementsprechend für das öffentliche Erziehungswesen auch in großen Mengen hergestellt. Globen, Wandkarten und Atlanten für Schulen wurden von Handelsunternehmen produziert, welche die Printmedien und das breitere Publikum auch mit gedruckten Exemplaren neuer Kartentypen versorgten. Dabei half auch eine neue Drucktechnik. Auf Alois Senefelder (1771–1834) geht die Erfindung der Lithografie zurück (1796), die große Drucke und feine Details mithilfe von Kalksteinblöcken ermöglichte. Mitte des 19. Jahrhunderts hatte sich dieses kostengünstige, schnelle Reproduktionsverfahren für Farbdrucke von Landkarten allgemein durchgesetzt.

Die wichtigste im Kontext der Aufklärung im Kartenwesen stattfindende Neuerung war die Ausdehnung der astronomisch-geometrischen Methode auf alle Kartierungsarten, von großmaßstäbigen Katasterplänen bis hin zu kleinmaßstäbigen Weltkarten. Seit Ptolemäus' Zeiten sollte Kartografie die Welt beschreiben; deshalb begann und endete das Kartenzeichnen mit der Weltkarte, Regionalkarten waren Teile dieses Großraumbilds. Mit der Aufklärungskartografie setzte eine neue Phase des Kartierungsverfahrens ein, die auf eine systematische, einheitliche und großmaßstäbige topografische Aufnahme zielte, die auch die ganze Welt abdecken konnte. Das Problem der frühmodernen chorografischen Kartografie, nämlich die Einfügung genauerer chorografischer Karten mit größerem Maßstab in das allgemeine geografische System, wurde durch die strikt geometrische Grundlage, nämlich das Triangulationsnetz der Vermessungen, überwunden.

In der modernen Kartografie wurden geografische Karten in kleinerem Maßstab nicht mehr aus heterogenen Quellen zusammengestellt. Eine neue Grundlage bot nun eine Erfindung, die Grund- oder Basiskarte. Alle Teile der Erde wurden vermessen und in einziges, riesiges geografisches Archiv zusammenzutragen, das für alle Zwecke detailliert und genau genug war. Im Übrigen war dies die Zeit, als die anfangs angesprochene Idee von »Mein Herr« über die perfekte Landkarte Gestalt annahm und Geografie zur wissenschaftlichen Disziplin wurde.

Obwohl die Ansicht, neue Karten würden allesamt auf denselben, strikten theoretischen Grundsätzen beruhen, weit verbreitet war, folgte die Kartenproduktion in Wirklichkeit noch längere Zeit eher pragmatischen Prinzipien. Großmaßstäbige Karten und Katasterzeichnungen gehörten zur Landvermessung und praktischen Geometrie, Festungspläne und topografische Karten wurden von Militärarchitekten und -ingenieuren erstellt. Kleinmaßstäbige Welt- bzw. Erdteilkarten waren in der Geografie angesiedelt. Sternkarten wurden von Astronomen gezeichnet, Seekarten von Hydrografen, Marineoffizieren und Vermessern. Zahlreiche Fachleute (Ärzte, Naturforscher, Historiker, Ökonomen, Diplomaten) interessierten sich für die räumliche Verteilung natürlicher bzw. sozialer Phänomene und fertigten eine wachsende Zahl thematischer Karten an.

Im ausgehenden 18. Jahrhundert waren die theoretischen Grundlagen der Kartografie noch verschiedenen Disziplinen zugeordnet: Projektion gehörte zur Mathematik und mathematischen Geografie, Form und Größe der Erde war mit Geodäsie und Astronomie verknüpft, während Topografie, insbesondere Reliefdarstellungen, in der Militärwissenschaft angesiedelt war, die verschiedenen Techniken des Kartenzeichnens und der Reproduktion wurden als Künste betrachtet.

Anmerkungen

1 Saint-Exupéry 1943.
2 Carroll 1893, S. 169.
3 Eckert 1921/25.
4 Santarém 1849/52.
5 Krünitz 1793.
6 Bagrow 1964, S. 22.
7 Sandler 1905.
8 Edney 1993; Harley/Woodward 1987.
9 Edney 2012.
10 Berggren/Jones 2000.
11 Stückelberger/Mittenhuber 2009.
12 Dalché 2007.
13 Waldseemüller 1507.
14 Török 2015a.
15 Nuti 1999.
16 Lindgren 1995.
17 Specklin 1589.
18 Török 2015b.
19 Münster 1528.
20 Snellius 1617.
21 Schickard 1629.
22 Schöner 1515.
23 Apianus 1524.
24 Stella 1564.
25 Horst 2012.
26 Wood 2010.
27 Baumgärtner 2014.
28 Ausst. Kat. Dresden 2010.
29 Buisseret 1992; Röttel 1995.
30 Livingstone/Withers 1999.
31 Riccioli 1661.
32 Milanesi 2016; Mosley 2011.
33 Török 1999.
34 Hofmann/Richard 2012; Dekker 2004.
35 Konvitz 1987.
36 Harvey 1980.
37 Tielke 1769.
38 Lehmann 1799.
39 Robinson 1982.
40 Török 2006.
41 Ozanam 1693; Dupain de Montesson 1763.
42 Gatti 1901.
43 Marinoni 1751.
44 Landerer 1793.
45 Franz 1747.