

2 Projektion: Weltkarten und ihre Geometrie

Der Begriff der Projektion taucht im Zusammenhang mit Weltkarten mehrfach auf, denkt man beispielsweise an die Robinsonprojektion, die Peters-Projektion etc. In heutigen Weltkarten ist der Begriff der «Projektion» insbesondere bei der Konstruktion von Weltkarten relevant: Die «Projektion» ist das Mittel zur Herleitung von der Kugeloberfläche zur zweidimensionalen Ebene. Diese Verfahren ist ein Teilbereich der Geometrie – der darstellenden Geometrie, wobei dreidimensionale Objekte in einem geometrisch-konstruktiven Prozess in einer zweidimensionalen Bildebene projiziert und dargestellt werden.³⁰⁷ Für diesen mathematischen Prozess bedient man sich einer Projektion. Heutzutage besteht eine grosse Vielfalt an Projektionen, die alle ihre eigenen charakteristischen Eigenschaften mit sich bringen. Dabei liegt die Herausforderung darin, die adäquate Projektion für den entsprechenden Verwendungszweck einzusetzen. Die mathematische Transformation von einer Kugeloberfläche in eine zweidimensionale Ebene ist dank gegenwärtigem mathematischem und technischem Wissen keine Herausforderung mehr.

In der Geschichte findet der Projektionsbegriff mehrfach Verwendung. Man denke beispielsweise an die «Ptolemäische Projektion» oder die «Merkatorprojektion». Der Projektionsbegriff taucht in diversen Zeitepochen bezüglich Weltkarten auf und steht dabei in Zusammenhang mit ihrer Konstruktion, oder mehr noch: Projektionen bestimmen jeweils ein Konstruktionsprinzip von Weltkarten und sind somit mitprägend für die darin vorherrschenden Darstellungskonventionen. Dabei unterliegen sie der Sinnzuschreibung der jeweiligen Zeitepoche, wobei mathematisch-geometrischen Aspekten mal mehr oder weniger Relevanz beigemessen wird. Für die Verwendung von Projektionen in Weltkarten drängen sich dabei folgende Fragen auf: Inwiefern ist die Projektion für das konstruktive Darstellungsprinzip in Weltkarten verantwortlich? Inwiefern unterliegt die Projektion geometrischen Bestimmungen? Dabei ist zu beachten, dass nicht jedem Darstellungsprinzip in Weltkarten der Begriff der «Projektion» zugewiesen wird. Im Gegenzug wird der Begriff der «Projektion» für viele verschiedene Darstellungsprinzipien verwendet, die nach unserem Verständnis das Prinzip der «Projektion» nicht verfolgen. Der Bedeutungsgehalt der «Projektion» muss also von Epoche zu Epoche – oder sogar von Weltkarte zu Weltkarte – neu definiert werden.

307 Definition, darstellende Geometrie: siehe Glossar.

Im Folgenden werden Projektionen in Weltkarten hinsichtlich ihrer Geometrie in verschiedenen Zeitabschnitten beschrieben. Dabei wird von der Antike übers Mittelalter, die Renaissance bis in die Gegenwart die Verwendung der Projektion in Weltkarten unter verschiedenen Aspekten³⁰⁸ beschrieben und jeweils anhand eines Beispiels aufgezeigt. Aus dieser Beschreibung werden Darstellungskonventionen hinsichtlich der Aspekte abgeleitet und tabellarisch erfasst. In einem Vergleich werden die Darstellungskonventionen einander gegenübergestellt, wobei folgende Fragen relevant werden:

- Welcher Begriff ist für die Projektion und ihre Darstellungskonventionen beschreibend?
- Inwiefern ist die Projektion charakteristisch für die Darstellungskonventionen?
- Inwiefern ist das Gradnetz bestimmend für die Darstellungskonventionen?
- Inwiefern ist der Wissensstand mit Bezug auf die Geografie ausschlaggebend für Darstellungskonventionen?
- Inwiefern ist der konstruktive Mittelpunkt respektive die Ausrichtung repräsentativ für die Darstellungskonventionen?
- Inwiefern ist die konstruktive Perspektive ausschlaggebend für die Darstellungskonventionen?

Die Zusammenführung der Aspekte und die Beantwortung der oben aufgeführten Fragen werden am Schluss dieses Kapitels beantwortet.³⁰⁹

308 Dabei werden folgende Aspekte untersucht: Die Sinneszuschreibung des Projektionsbegriffes, die darstellende Geometrie, das Gradnetz, die Abbildung der Geografie, das im Bildmittelpunkt abgebildete geografische Gebiet, die Ausrichtung sowie die Verwendung einer Perspektive.

309 Vgl. Abschnitt: 2.5 Zusammenfassung «Weltkarten und ihre Geometrie».

2.1 Antike: Systematische Weltkarten

In der Antike (500 v. Chr.–323 n. Chr.) entstanden Weltkarten, deren Darstellungskonventionen die ganze nachkommende Geschichte beeinflussen würden. Diese Darstellungskonventionen sind stark durch die *Projektion* geprägt, welche sich als wegweisend für die formale Struktur antiker Weltkarten zeigen. Schon antike Weltkarten weisen Projektionen auf, die auf systematischen, mathematischen Prinzipien beruhten. Dabei verfolgten sie die Absicht, Ländereien zu vermessen, Reiserouten darzustellen, militärische und religiöse Ereignisse aufzuzeigen, strategische Vorhaben zu planen, politische Propaganda zu verbreiten oder sie wurden für akademische Zwecke eingesetzt.

Zur Kartografie, respektive zur Geografie, entstanden verschiedene Werke antiker Gelehrter. Anaximander von Milet (um 610–546 v. Chr.) wird als einer der ersten erachtet, der eine Weltkarte konstruierte. Ein halbes Jahrhundert später entstand das älteste geografische Werk durch Hekataios von Milet (um 550–490 v. Chr.).³¹⁰ Eratosthenes von Kyrene (ca. 273–194 v. Chr.), Marinus von Tyros (um 200 n. Chr.) und natürlich Claudius Ptolemäus (um 100 n. Chr.) sind die antiken Gelehrten, welche Weltkarten auf Grundlage eines systematischen Aufbaus entwickelten. Das einflussreiche Standardwerk, die *Geographika* des Eratosthenes von Kyrene, zeigt die Darstellung der Geografie und die Verwendung der damaligen Projektionen auf. Die *Geographika* baut auf einer seiner vorangegangenen Schriften Über die Vermessung der Erde auf und gliedert sich in drei Bücher. Das dritte Buch der *Geographika* führt zur Beschreibung der «Karte der Ökumene», die hinsichtlich der «Projektion» ein wichtiges Zeugnis der antiken Geografie darstellt.³¹¹ Bezeichnend für die *Geographika* ist, dass die Grundzüge der Geografie vorwiegend auf systematischen und mathematischen Grundsätzen aufbauen. Strabon von Amaseia (63 v. Chr.–23 n. Chr.) stellte in seinem Werk, der *Geographie*, Eratosthenes in Frage, da dieser die geografischen Informationen aus den Quellen Homers negiere.³¹² Meilensteine der Wissenschaftsgeschichte der Antike stammen aus der Feder des Ptolemäus: die *Almagest* und das *Handbuch der Geografie* führen das antike Wissen verschiedener Gelehrter zusammen und setzen damit einen geografischen Standard für die damalige Zeit. Ptolemäus' Vorstellungen über die Geografie der Welt sind in der *Geographie* festgehalten. In einem ersten Teil umfasst das Werk einen Ortskatalog, in dem 8000 damals bekannte Orte erfasst sind. In einem zweiten Teil tritt die *Geografie* auf die Kartenkonstruktion respektive -gestaltung ein, wo auch die ptolemäische Projektion dargelegt wird. Ptolemäus' Werk ist stark durch die geografischen Schriften Marinus beeinflusst. Grundsätzlich sind die theoretischen Grundlagen geografischer Werke der Antike besonders bedeutsam, da sie entgegen dem Kartenmaterial erhalten sind und überliefert werden konnten.

310 Vgl. Greek Mapping Traditions. S. 8–9. Riffenburgh und Royal Geographical Society (Great Britain) (2011). *The men who mapped the world the treasures of cartography*.

311 Soler Gil (2014). *Philosophie der Kosmologie. Eine kurze Einleitung*. S. 263

312 Strabon verfolgte mit der Rezeption von Werken seiner Vorgänger (vorwiegend Eratosthenes, Hipparchos, Artemidoros, Polybios und Poseidonios) ein neues methodisches Vorgehen, das sich schliesslich im Hellenismus etablierte. Strabon richtete dabei systematische und reflektierte Kritik an vorhandene Schriften und Karten, woraus schliesslich sein Werk – die *Geographie* – hervorging. Engels (2013). *Kulturgeographie im Hellenismus: Die Rezeption des Eratosthenes und Poseidonios durch Strabon in den Geographika*. S. 89

2.1.1 Systematik der antiken darstellenden Geometrie

Bezieht man den Projektionsbegriff auf die Antike, wird klar, dass die «Projektion» dazu da war, die bekannte Welt einzuteilen und systematisch festzuhalten. Für Ptolemäus war die Projektion sogar Ausdruck der systematischen Herleitung der Transformation von Kugeloberfläche zu Fläche. Bei anderen antiken Gelehrten wird die «Projektion» als Mittel der darstellenden Geometrie oder als eine Art Grundraster für eine möglichst genaue Wiedergabe der Erdgeographie eingesetzt.

Die Darstellung der Kugeloberfläche in einer Ebene hat schon die antiken Gelehrten beschäftigt. Die Projektionen der Entwürfe verschiedener antiker Gelehrter unterschieden sich in einigen Ausprägungen voneinander, häufig entstanden jedoch rechteckige Projektionen mit geradlinigen Meridianen und Breitenkreisen.³¹³ Eratosthenes entwickelte eine der ersten antiken Projektionen, die einen wissenschaftlichen Ansatz aufweisen, um die verschiedenen damals bekannten Erdteile darzustellen. Er versuchte, seine Geografie und somit auch seine Umsetzung einer Projektion auf eine wissenschaftliche Basis zu stellen, woraus ein rechteckiger Entwurf entstand, der die Proportionen auf einer zweidimensionalen Fläche einzuhalten versuchte.³¹⁴ Seine Projektion gründet nicht auf der Beschreibung der Erde, sondern beabsichtigt das Messen, Einteilen und Lokalisieren der Geografie.³¹⁵ Die Proportionen der Projektion leitete er von der Vermessung der Ökumene ab, wobei er von den Grundlagen gelehrter Vorgänger ausging. Obwohl er viele Informationen übernahm, errechnete er die Ost-West Ausdehnung der Ökumene beispielsweise selber. Diese Berechnungen beruhen aber nicht etwa auf astronomisch-geographischer Grundlage, sondern sind das Ergebnis der Addition von bekannten Einzelstrecken aus Reiseberichten.³¹⁶ Da Eratosthenes die Kenntnis der Grösse der Ökumene sowie des Globus hatte, stellte er Vermutungen zu der Verortung der Ökumene auf der Erdkugel an. Auch Ptolemäus verfolgte die systematische Konstruktion seiner Projektion, wobei die Proportionen der Erdgeographie möglichst adäquat dargestellt werden sollten. Auch Marinus beschäftigte sich mit dem Entwurf einer Projektion, woraus eine Art Zylinderprojektion resultierte, die er jedoch nie fertig ausarbeitete. Entgegen Eratosthenes' und Marinus' orthogonaler Zylinderprojektion, die starke Verzerrungen im Norden und Süden aufwies, entwarf Ptolemäus eine Projektion, deren Formgebung einer Kegelprojektion ähnelt und die Distanzverhältnisse der damals bekannten Ökumene adäquater als jemals zuvor darstellt. Diese ptolemäische Projektion ermöglichte eine akkuratere Darstellung der Breiten- und Längenabstandsverhältnisse, wobei die Proportionen der Erdoberfläche so gut als möglich wiedergegeben wurden. Für Ptolemäus galt die Projektion als Fundament für Kartendarstellungen, anhand derer sich einige Fixpunkte darstellen lassen.³¹⁷ Ptolemäus richtete einige Kritik an die Entwürfe seiner Vorgänger; so äusserte er sich gegenüber der Projektion von Marinus, dass seine Repräsentation ungeeignet sei, da sich die Distanzen nicht proportional zueinander verhalten würden oder seine Karte der bewohnten Welt irreführend wäre, da die unerfahrenen Leute den Gesamtüberblick verlören.³¹⁸ Das «stereografische Konstruktions-

313 Geus (2011). *Eratosthenes von Kyrene. Studien zur hellenistischen Kultur- und Wissenschaftsgeschichte*. S. 179ff

314 Dilke (1987). *Cartography in the Ancient World: A Conclusion*. S. 277

315 Dilke (1987). *The Culmination of Greek Cartography in Ptolemy*. S. 261–288

316 Geus (2011). *Eratosthenes von Kyrene. Studien zur hellenistischen Kultur- und Wissenschaftsgeschichte*. S. 271

317 Ebd. S. 64ff

318 Dilke (1987). *Cartography in the Ancient World: A Conclusion*. S. 179

verfahren», das von Hipparch um 100 v. Chr. dargelegt worden war, wurde beim Konstruieren von Weltkarten in der Antike noch nicht angewendet.

Diese systematische Abbildung der Erdoberfläche wird in besonderer Weise durch die Erscheinung des Gradnetzes³¹⁹ bezeugt. Eratosthenes hat als erster Nord-Süd-Linien mit Ost-West-Linien kombiniert³²⁰ und so eine Art Grundraster oder sogar ein Gradnetz geschaffen, das aus gerade dargestellten Längen- und Breitengraden besteht, wobei die Längengrade senkrecht zu den Breitengraden stehen. Die Längen- und Breitenlinien bauten jedoch auf «beliebigen» Linien auf und waren demnach nicht nach einem logischen Verfahren wie z. B. einer Projektion hergeleitet. Der Schnittpunkt dieser ersten gekreuzten Linien befindet sich in Rhodos. Diese Schnittstelle Rhodos war Referenzpunkt für den Entwurf weiterer Rasterlinien, woraus sich nach und nach ein Gradnetz respektive eine Projektion entwickelte. Anhand Eratosthenes' Gradnetz konnten nun geografische Eckpunkte festgemacht werden, die das Zeichnen einer Welt- respektive Ökumenekarte ermöglichte und somit auch eine Weltkarte aufgrund eines zugrundeliegenden Gradnetzes entworfen wurde.

Die Antike legte die Beschreibung der Geografie unterschiedlich aus; zum einen wurde die Geografie der «Welt» auf die ganze Erde im Sinne des geometrischen Körpers – des Globus – bezogen, andererseits mit der bewohnten Welt – also der Ökumene – gleichgesetzt.³²¹ Hinsichtlich der Form und Grösse der Erde lagen verschiedene Ideen vor, so z. B. von einer flachen Scheibe (Herodot), einem konkaven Kreis (Anaxagoras und Anaximander) oder einer Kugel (Pythagoras und Parmenides). Eratosthenes beispielsweise war sich zwar der Kugelgestalt der Erde bewusst, war jedoch mit seiner Weltkarte nur bestrebt, die Ökumene darzustellen, nicht aber die gesamte Geographie der Welt. Seine Weltkarte leitete er zwar vom gesamten Globus ab, stellte jedoch nur einen Teilbereich, die Ökumene dar. Nach seiner Vorstellung bildete er dabei nur die bekannte Welt als Insel auf offenem Weltmeer ab.³²² Die antike Vorstellung der Geografie der Ökumene reichte im Osten vom Kaukasus, im Westen von den Pyrenäen und von den nördlichen Ufergebieten bis zu den äthiopischen Hochländern im Süden. Die damals bekannten Gebiete umfassten damals nur etwa das Alexanderreich östlich vom heutigen Iran/Indien bis hin im Süden nach Ägypten und nach Nordgriechenland.³²³

In der Antike war die Lokalisierung der Längen- und Breitengrade eine Herausforderung. Die geografische Breite wurde mittels Gnomon (dem «Schattenstab») gemessen, während die geografischen Längen durch Beobachtungen der Mondfinsternis erfasst wurden. Grundsätzlich erreichte man mit solchen Messungen eine hohe Präzision für die Lokalisierung von Ortschaften, nur einige Städte wurden durch Fehlmessungen mit grosser Abweichung zur eigentlichen Lage verortet.³²⁴ Die Verortung von Ortschaften wurde durch die Projektion ermöglicht, so wie das Einteilen der Ökumene in verschiedene Einheiten. Anhand

319 Definition Gradnetz: siehe Glossar.

320 Berggren und Jones (2000). *Ptolemy's Geography*. S. 275

321 Dueck und Brodersen (2013). *Geographie in der antiken Welt*. S. 84

322 Stückelberger (2012). *Erfassung und Darstellung des geographischen Raumes bei Ptolemaios*. S. 270

323 Dueck und Brodersen (2013). *Geographie in der antiken Welt*. S. 87

324 Stückelberger (2012). *Erfassung und Darstellung des geographischen Raumes bei Ptolemaios*. S. 67ff. Den Städten Karthago, Byzanz und Babylon konnte eine hohe Abweichung der eigentlichen Koordinaten nachgewiesen werden.

der Projektion bestimmte man die Lage der Ortschaften, die durch ein Koordinatensystem beschrieben und wieder gefunden werden konnten.

Der konstruktive Mittelpunkt der Projektion des Eratosthenes liegt in Rhodos, der Schnittstelle des Hauptmeridians und -breitengrads. Der Hauptmeridian führt durch die Städte Alexandria sowie Rhodos, wobei sich dieser bedeutsame Meridian fern der vertikalen Bildmitte befindet. Die Lage des Hauptmeridians ist besonders augenfällig, denn hätte Eratosthenes die Projektion der «Karte der Ökumene» aufgrund eines mathematischen Prinzips aufgebaut, wäre es unverständlich, dass er den konstruktiven Ausgangspunkt an beliebiger Position in der Karte gesetzt hätte. Die Positionierung des konstruktiven Mittelpunktes ist also durch den subjektiven Einfluss seiner geografischen Referenzpunkte³²⁵ gegeben und nicht durch die mathematische Konstruktion einer Projektion bestimmt. Trotz der angestrebten systematischen Darlegung der Ökumene, weist die Darstellung der geografischen Situation wenig Korrelation mit einer mathematisch-konstruierten Projektion auf. Bei der ptolemäischen Projektion korrespondiert das geografische Zentrum der Projektion mit dem geografischen Zentrum der Weltkarte viel genauer. Das geografische Zentrum im Bildmittelpunkt (ohne Kartenrahmen, nur Weltkartendarstellung) liegt etwas oberhalb des Schnittpunktes zwischen Hauptmeridian und Äquator. Bei beiden Projektionen ist das geografische Zentrum im Bildmittelpunkt in Vorderasien bestimmt. Grundsätzlich gibt es keine allgemeinen Aussagen zur Ausrichtung von antiken Weltkarten. Die archetypischen Weltkarten sind jedoch wie die meisten antiken Weltkarten nach Norden ausgerichtet.³²⁶

Die Anwendung der Perspektive in der antiken Kartografie verhält sich analog zur damaligen Raumkonstruktionen der bildenden Künste. In der Antike geht man bei der Kartenkonstruktion respektive der Bildkonstruktion eher von einer «Näherungskonstruktion» aus, wobei die Fluchtlinien nicht in einem einzigen Fluchtpunkt respektive Berührungspunkt zusammenlaufen, sondern auf ein Projektionszentrum abzielen.³²⁷ Das heisst, in diesem Projektionszentrum laufen die Fluchtlinien nicht streng konkurrierend in einem Punkt zusammen, sondern sie treffen sich in mehreren Punkten. Hinsichtlich der antiken Bildkonstruktion erbrachte Panofsky den Nachweis, dass sich die Tiefenlinien in mehreren verschiedenen Punkten anstatt nur in einem Fluchtpunkt treffen und bezeichnete diesen Bildaufbau als Näherungskonstruktion.³²⁸ Dasselbe Prinzip kann auch in der antiken Kartografie beobachtet werden, wobei bestimmte geografische Lagen als Referenzpunkte für die Konstruktion der Weltkarte fixiert wurden, diese jedoch keinesfalls mit einem einzigen Berührungspunkt eines projektiven Verfahrens verglichen werden können. Diese Referenzpunkte zeigen sich beispielsweise bei Eratosthenes sowie bei der ptolemäischen Weltkarte in den Schnittpunkten bestimmter Längen- und Breitengrade.

325 Eratosthenes bereiste nur zwei Städte, wobei eine davon Rhodos war. Vgl. Roller (2010). Die Lage des Hauptmeridians lässt sich dadurch erklären, dass Alexandria für das antike Wissenszentrum als bedeutungstragend galt und Rhodos einerseits für Eratosthenes' Reiseerfahrung aber auch als strategischer Knotenpunkt eine wichtige geografische Rolle einnahm. Geus (2011). *Eratosthenes von Kyrene. Studien zur hellenistischen Kultur- und Wissenschaftsgeschichte*. S. 17

326 Dilke (1987). *Cartography in the Ancient World: A Conclusion*. S. 76

327 Eratosthenes und Roller (2010). *Eratosthenes' Geography*. S. 265ff

328 Panofsky weist nach, dass die Verlängerungen der Tiefenlinien nicht streng konkurrierend in einem Punkt zusammenlaufen, sondern sich paarweise in mehreren Punkten, die alle auf einer gemeinsamen Achse liegen, treffen. Er beschreibt weiter, dass so der Eindruck einer Art Fischgräte entstehe. Panofsky (1927). *Die Perspektive als «Symbolische Form»*. S. 267

2.1.2 Ptolemäische Weltkarte



PLATE 6. Map of the world in Ptolemy's second projection (Ulm edition of 1482)

Abb. 11: Ptolemäische Weltkarte. In: Berggren und Jones (2000, Appendix)

Im Folgenden wird ein vertiefter Blick auf die ptolemäische Weltkarte und deren Projektion geworfen, wobei sie hinsichtlich ihrer geometrischen Darstellungskonventionen betrachtet wird. Hier wird die ptolemäische Projektion gewählt, da sie als durchschlagkräftigste Abbildung der Antike gilt, anhand derer die Zusammenführung des antiken Wissens aufgezeigt wird. Mit Ptolemäus' *Geografie* ist ein Standardwerk der antiken Kartografie gesetzt worden, welche die darstellende Geometrie in Weltkarten der Nachwelt – insbesondere der Renaissance – nachhaltig prägte. Es sind uns allerdings keine originalen, antiken Weltkarten überliefert, weshalb es sich bei den heutigen Visualisierungen um Rekonstruktionen handelt, die anhand der ptolemäischen Handbüchern vorgenommen wurden. So auch bei der ptolemäischen Weltkarte (vgl. Abb. 11). Dank Ptolemäus' *Geographia* lag der Nachwelt eine Beschreibung vor, wie die Weltkarte zu rekonstruieren ist. Ob in der Antike wirklich eine Weltkarte existierte oder ob lediglich theoretische Schriften vorlagen, ist nicht nachweisbar. Für die Manifestierung von Darstellungskonventionen und für die Geschichte der Kartografie ist Claudio Ptolemäus (um 100–170 n. Chr.) einer der einflussreichsten Kartografen. Man geht davon aus, dass Ptolemäus in Griechenland geboren und schliesslich im hellenistischen Forschungs- und Wirkungsort Alexandria gelebt und gearbeitet habe, wo schon Eratosthenes und Hipparch ihre wissenschaftlichen Beobachtungen gemacht hatten und wo durch stabile politische Verhältnisse für die Wissenschaft günstige Voraussetzungen herrschten.³²⁹

Genauere Informationen zur ptolemäischen Weltkarte zur Überlieferung und zum historischen Kontext ist im 1. Kapitel: Weltkarten und Weltanschauungen, im Abschnitt: 1.1.2. Die ptolemäische Weltkarte zu finden.

2.1.3 Systematik der ptolemäischen Projektion

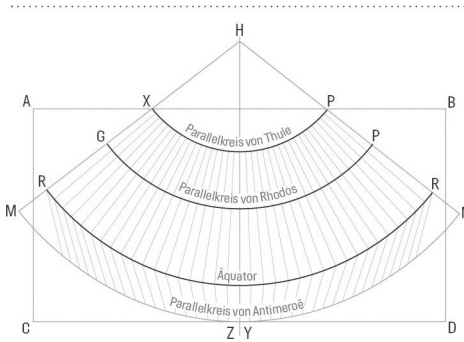


Abb. 12: JMS: Erste ptolemäische Projektion.
Nach: Stückelberger und Ptolemaeus
(2006, S. 122–123)

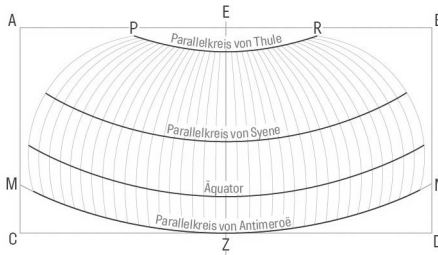


Abb. 13: JMS: Zweite Ptolemäische Projektion.
Nach: Stückelberger und Ptolemaeus
(2006, S.134–135)

Für die Konstruktion von Weltkarten wurde von Ptolemäus ein neues Prinzip der darstellenden Geometrie entworfen. Dieses Prinzip verfolgt die Darstellung von Teilen der Kugeloberfläche auf eine zweidimensionale Ebene, wobei neue Projektionen³³⁰ als Basis zur Konstruktion der Abbildung dienten. Ptolemäus entwarf zwei Versionen dieser Abbildung: Eine erste, deren Meridiane durch gerade Linien dargestellt sind (vgl. Abb. 12) und eine zweite Abbildung, deren Meridiane durch gekrümmte Linien abgebildet werden (vgl. Abb. 13).³³¹ Ptolemäus liefert in seinem Werk der Geographie eine genaue Anleitung, wie die Weltkarten zu konstruieren sind. Die Zeichenfläche war durch ein klar ersichtliches Koordinatensystem vermessen und eingeteilt. Im Folgenden soll auf die Anleitung zum Erstellen von Weltkarten genauer eingegangen werden:

Ptolemäus beschreibt, dass in einem ersten Schritt die Tafelfläche³³² ABCD aufgerissen werden soll. Durch das Halbieren der Strecke AB soll eine Mittellinie (Nullmeridian) erstellt werden, die im Scheitelpunkt des «Strahlenbüschels» mündet, woraus der Grundriss der Weltkarte konstruiert wird. Danach folgen etliche Beschreibungen, wie die einzelnen Linien unterteilt werden, woraus die Parallelkreise und die entsprechenden Proportionen des Grundrasters respektive Koordinatensys-

330 Stückelberger, A. (2012) und andere Autoren gehen bei Ptolemäus' Einteilung von einer «neuen Projektionsmethode» aus. Er erwähnt das Grundraster gar als «Kegelprojektion» obwohl in kartografischem Sinne nicht von einer Projektion und auch nicht von einer Kegelprojektion die Rede sein kann. Stückelberger verweist dazu auf Hopfner, der Ptolemäus' Grundraster als «Strahlenbüschel und eine Schar konzentrischer Kreise, deren Mittelpunkt im Scheitel des Büschels liegt», beschreibt. Vgl. Stückelberger und Ptolemaeus (2006). *Klaudios Ptolemaios: Handbuch der Geographie: Griechisch*. Im Folgenden wird diese vermeintliche Projektion als «Grundraster» bezeichnet.

331 Hopfner (1938). *Die beiden Kegelprojektionen I, II des Ptolemaios*. S. 70–72

332 Die Tafelfläche ist vergleichbar mit einer Zeichenebene ABCD, die ungefähr das Verhältnis 2:1 aufweisen soll.

tems entstehen. Um die Kugelform der Erde über die Projektion zu implizieren, sollen die Meridiane gekrümmt dargestellt werden (VGL. ABB. 13):

«Noch ähnlicher und proportionsgetreuer gegenüber der Kugel könnten wir die Darstellung der Oikumene auf einer Tafelfläche bewerkstelligen, wenn wir auf ihr auch die Meridianlinien entsprechend dem Aussehen der Meridianlinien auf der Kugel gekrümmt gestalten [...]» Und weiter: «Dass mit dieser Methode der Kartendarstellung eine grössere Ähnlichkeit mit der Globusoberfläche erreicht wird als mit der früheren, ist offensichtlich.» Und: «Die übrigen Meridiane [entgegen dem Mittelmeridian] zu beiden Seiten dagegen erscheinen einwärts gekrümmt, und zwar je weiter vom Mittelmeridian entfernt, desto mehr. Dieser Eindruck wird auch hier bei dieser Kartendarstellung gewahrt durch die entsprechend angepassten Krümmungen.»³³³

Wendet man das von Ptolemäus beschriebene Verfahren an, dann zeichnet man die äussersten Meridiane als Bogenstücke mit einer Neigung von $23\frac{5}{6}^\circ$. Diese mittels der zweiten Projektion aufgezeigte Methode wird von Ptolemäus gegenüber der ersten Projektion als überlegen beschrieben. Er schätzt die Ausführung der Konstruktion jedoch als weniger leicht ein.

Für die Konstruktion der ptolemäischen Weltkarte ist das Gradnetz respektive die Projektion zum einen ein wichtiges Mittel zur Konstruktion der Weltkarten, zum anderen jedoch auch als geografische Lagereferenz zum Einzeichnen der Geophysik. Dieses Gradnetz wird über die Visualisierung eines Koordinatennetzes manifestiert, das auf einem Ortskatalog basiert, der von Ptolemäus zusammengeführt und in der *Geographia* erfasst wurde. In diesem Katalog wurde jeder Ort mit Längen- und Breitenangaben genau verzeichnet.³³⁴ Um Längen- und Breitengraden darzustellen, liefert Ptolemäus klare Anweisungen:

«Angesichts dieser Sachlage empfiehlt es sich wohl, die Linien, welche Meridiane darstellen, als Geraden zu zeichnen, diejenigen aber, welche Parallelkreise darstellen, als Kreisbogen, die um ein und dasselbe Zentrum gezeichnet sind. Von diesem Zentrum aus, das den Nordpol darstellen soll, muss man die Meridiane als Geraden zeichnen, damit vor allem eine Ähnlichkeit mit der Kugeloberfläche bezüglich Lageverhältnis und optischem Eindruck gewahrt wird: So bleiben nämlich die Meridiane senkrecht zu den Parallelkreisen und laufen zudem im gemeinsamen Nord-Pol zusammen.»³³⁵

Die zweite ptolemäische Projektion beabsichtigte, im Gegensatz zur ersten ptolemäischen Projektion, durch die Krümmung der Meridiane eine realistischere Darstellung der Erde zu erreichen. Durch diese Krümmung soll die Gestalt der Erdkugel miteinbezogen werden und die Proportionen der Kugel sollen besser wiedergegeben werden.

333 Stückelberger (2012). Erfassung und Darstellung des geographischen Raumes bei Ptolemaios. S 125 und S. 131

334 Stückelberger und Ptolemaeus (2006). Klaudios Ptolemaios: Handbuch der Geographie: Griechisch. S. 14

335 Ptolemäus schildert, wie Längen- und Breitengrade gezeichnet werden müssen. 21. Kapitel: Richtlinien für die Erstellung einer planimetrischen Darstellung der Ökumene. Ebd. S. 111–113

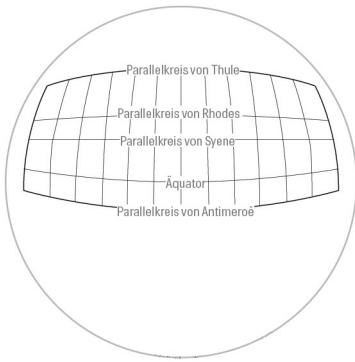


Abb. 14: Graticule of the Projection in Ptolemy's picture of the ringed globe.
In: Berggren und Jones (2000, S. 39)

Ptolemäus war sich der Kugelgestalt der Erde bewusst. Er beabsichtigte jedoch, nur einen Teil der Erde abzubilden, was seiner Projektion zu entnehmen ist, da ihre Längenausdehnung genau auf 180° anstatt auf 360° bemessen ist (vgl. Abb. 14). Er zielte darauf ab, eine «planimetrische Darstellung der Ökumene unter Wahrung der Proportionen auf der Kugeloberfläche»³³⁶ zu erreichen. D.h. anders als bei projektiven geometrischen Verfahren, wo von der ganzen Kugeloberfläche ausgegangen wird, ist für Ptolemäus die Gesamtheit der Erde zwar relevant, jedoch nur zur Berechnung der Proportionen

der Ökumene und zu ihrer Verortung auf der Kugeloberfläche, nicht aber zur Darstellung einer vollumfänglichen Weltkarte. Ptolemäus konnte die Platzierung der Ökumene auf der Erdsphäre ziemlich genau definieren.³³⁷ Die Kenntnisse über die Geografie setzten sich einerseits aus Reiseberichterstattungen, andererseits aus der Erdvermessungen und astronomischen Komponenten zusammen. Die geometrische Vermessung zeigt die verschiedenen Lagebeziehungen zwischen den Ortschaften auf, die astronomischen Vermessungen sind durch Beobachtungen und Messungen des Himmels mittels Schattenstab erfasst worden.³³⁸

Der Mittelpunkt der ptolemäische Projektion liegt auf dem gerade dargestellten Längen- respektive Breitengrad, also dem mittleren Meridian und den Äquator. Dieser Mittelpunkt ist ein wichtiger Referenzpunkt für die geografische Lagebestimmung vieler Orte. So schreibt Ptolemäus:

Den Parallelkreis durch Rhodos aber, auf welchem die meisten Längendistanzuntersuchungen gemacht worden sind, wird man im selben Verhältnis zum Meridian einteilen [...]³³⁹

Die Darstellung des geografischen Zentrums zeigt auf, dass der geografischen Mitte eine bestimmte sozio-kulturelle oder auch politische Bedeutung beigemessen wird. Die Blickachse respektive der Mittelpunkt der Projektion ist in der ptolemäischen Projektion jedoch nicht im Bildmittelpunkt des Formates abgebildet. Der Mittelpunkt der Projektion liegt in der vertikalen, jedoch unterhalb der horizontalen Bildmitte. Der nördlichen Hemisphäre wird mehr Platz eingeräumt, da sich der Grossteil der damals bekannten Welt vorwiegend auf der Nordhemisphäre

336 Ebd.

337 Geus (2011). *Eratosthenes von Kyrene. Studien zur hellenistischen Kultur- und Wissenschaftsgeschichte*. S. 21ff

338 Vgl. 2. Kapitel: Unerlässliche Grundlagen der Geographie. Stückelberger und Ptolemaeus (2006). *Klaudios Ptolemaios: Handbuch der Geographie: Griechisch*. S. 57

339 Vgl. 24. Kapitel. Methode zur planimetrischen Darstellung der Oikumene unter Wahrung der Proportionen auf der Kugeloberfläche. Ebd. S. 119–135

befindet. Betrachtet man den Bildmittelpunkt des Formates, dann wird in etwa der Schnittpunkt zwischen dem mittleren Meridian und dem Parallelkreis von Syene abgebildet. Die ptolemäische Weltkarte ist wie die meisten antiken Weltkarten nach Norden ausgerichtet.

Die Perspektive fand in der ptolemäischen Projektion Anwendung: die Mittelachse ist definiert, der Äquator ist als Berührungskreis festgelegt. Der Fluchtpunkt liegt also auf der Schnittachse Äquator/Mittelmeridian.

2.1.4 Antike Darstellungskonventionen tabellarisch

In der folgenden Tabelle werden die antiken Weltkarten und ihre Darstellungskonventionen hinsichtlich einiger eben besprochener Aspekte stichwortartig aufgelistet. Es ist klar, dass diese stichwortartige Darstellung der Konventionen nur durch eine starke Pauschalisierung erreicht werden konnte. Daher erhebt diese Matrix keinen Anspruch auf die Charakterisierung jeder Weltkarte in der entsprechenden Epoche, sondern zeichnet lediglich eine Tendenz ab.

PROJEKTION paradigmatischer Begriff	PROJEKTION Beschreibung geometrische Projektion	GRADNETZ	GEOGRAFIE	MITTELPUNKT, AUSRICHTUNG konstruktiv	RAUM- KONSTRUKTION Perspektive konstruktiv
ANTIKE allgemein					
Hinwendung zur systematischen Darstellung Systematische Einteilung der Erdoberfläche	Vereinzelte systematisch-konstruierte Projektionen Rechteckige Projektionen mit geradlinigem Gitternetz und ptolemäischer Projektion	Erste sichtbare Gradnetze Konstruktion aufgrund einiger geografischer Fixpunkte	Vorstellung der Ökumene: O: Kaukasus W: Pyrenäen N: nördliche Ufergebiete S: äthiopische Hochländer	Mittelpunkt: Vorderasien Ausrichtung: Nord-Süd	Näherungskonstruktion
ANTIKE Ptolemäische Weltkarte					
Systematische Darstellung Insgesamt drei konstruierte Ptolemäischen-Projektionen	Projektion gründet auf einem konstruktiven Verfahren Entwicklung verschiedener Projektionsentwürfe mit entsprechender Konstruktionsanleitung	Sichtbares Gradnetz Systematisches, symmetrisches Gradnetz	Ökumene mit Längenausdehnung von 180°, 63° nördliche Breite, 16° südliche Breite	Mittelpunkt: Vorderasien Ausrichtung: Nord-Süd	Perspektivische Abbildung

2.2 Mittelalter: Schematische Weltkarten

Mit dem Beginn des Mittelalters wurde mit der Kartentradition der klassischen Antike weitgehend gebrochen. Die mittelalterlichen Weltkarten, die sogenannten *Mappaemundi*, brachten völlig neue Darstellungskonventionen mit sich: die Konstruktion verfolgte nicht mehr die mathematisch korrekte Transformation der irdischen Sphäre in eine zweidimensionale Fläche. Die Darstellungskonventionen sind nicht mehr durch eine Projektion im Sinne einer mathematischen Grundlage oder eines Koordinatensystems bestimmt. Vielmehr liegt den *Mappaemundi* ein schematisches Raster zugrunde, anhand dessen eine formale Bildaufteilung erfolgte. Die Darstellungsprinzipien der *Mappaemundi* beabsichtigten nicht die akkurate geometrische Abbildung der Erde, sie sahen vielmehr vor, ein christliches Weltbild darzustellen.³⁴⁰

Sie waren repräsentativ für die mittelalterliche Christenheit in theologischer, philosophischer und geografischer Hinsicht. Entgegen den heutigen Karten hatten die *Mappaemundi* nicht hauptsächlich die Funktion, Orientierung im Raum zu bieten. Diese Karten überliefern Wissen, vermitteln Geschichten, Legenden und Traditionen und dies in symbolischer, bildhafter Sprache. Sie sind daher nicht auf die praktische Verwendung in der Praxis ausgerichtet, sie dienen vielmehr der allgemeinen Bildung. In dieser Rolle sind die *Mappaemundi* der ikonografischen Bildsprache unterworfen und dabei für die Vermittlung der Vergänglichkeit des irdischen Lebens und der Weisheit Gottes zuständig.

Im frühen Mittelalter (um 380–430 n. Chr.) entstand der «zonale Kartentyp», der vom römischen Gelehrten Macrobius Ambrosius Theodosius (um 385–430 n. Chr.) in einer seiner Handschriften festgehalten wurde. Dieser Kartentyp ist gefolgt von den «T-O Karten», die in den *Etymologiae* des Isidor von Sevilla (um 560 n. Chr.–636 n. Chr.) im Kapitel *de natura rerum* dargestellt sind.³⁴¹ Dieses T-O Schema und die *Etymologiae* im allgemeinen waren Grundlagewerke für viele *Mappaemundi*. In der 1262 entworfenen Psalterkarte ist das T-O Schema klar erkennbar. Seinen Höhepunkt fand der T-O Kartentyp in den in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts entstandenen Grosskarten von Hereford und Ebstorf.

Im Mittelalter galten zwei Kartentypen als wegweisend: Die *Mappaemundi* sowie die *Portolankarten*. Die *Mappaemundi* grenzen sich formal und funktional stark von anderen damaligen Karten wie etwa den *Portolankarten* und regionalen Abbildungen ab; obwohl viele *Mappaemundi* sowie *Portolankarten* vom Mittelmeerraum ausgehend die Welt kartierten, verfolgten sie einen völlig anderen Zweck. *Portolankarten* bilden Handelsrouten und Seewege im Mittelmeerraum ab, die *Mappaemundi* illustrieren die damals bekannte Welt im Sinne einer christlichen Welt Darstellung. Woodward schreibt, dass *Portolankarten* ausgehend vom Mittelmeer von «innen nach aussen» konstruiert werden, während die *Mappaemundi* eine definierte Menge an Informationen in einer Darstellung zu fassen versuchen.³⁴² Die vorliegende Arbeit fokussiert auf Weltkarten, Portolankarten sind nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

340 Edson, Savage-Smith und Brincken (2005). Der mittelalterliche Kosmos: Karten der christlichen und islamischen Welt.

341 Die T-O Weltkarten sowie die Klimakarten waren in der Antike entstanden. Zusammen mit der Karte von Agrippa fanden sie jedoch erst im Mittelalter breite Anwendung. Vgl. Dilke (1987). Cartography in the Ancient World: A Conclusion. S. 278

342 Woodward (1987). Medieval Mappaemundi. S. 292

Wenn man die darstellende Geometrie und ihre Darstellungskonventionen verstehen möchte, muss an dieser Stelle ein in der Geschichtsschreibung entstandener Irrglaube dementiert werden.³⁴³ Man postulierte, dass die *Mappa mundi* die Darstellung einer Erdscheibe sei und implizierte damit, dass die Form der Erde einer mittelalterlichen Vorstellung nach eine Scheibe wäre. Darüber hinaus wurde behauptet, dass das Wissen um die Kugelgestalt der Erde im Mittelalter verloren ging. Die Forschung der letzten Jahre widerlegt diese Behauptung vehement.³⁴⁴ Der Scheibengestalt der Erde wurde unter anderem entgegengehalten, dass es sich bei der Darstellungsweise der *Mappa mundi* um eine mittelalterliche Projektionsform handelte, die den wesentlichen Teil der Erde darstellen sollte und daher keine Ansprüche an das «tatsächliche» Aussehen der Kontinente stellte.³⁴⁵ Der Irrglaube, wonach die Erde eine Scheibe sei, ist eher auf die fehlerhafte Rezeption der Moderne zurückzuführen, als auf eine damals vorherrschende Überzeugung.

2.2.1 Schemata der mittelalterlichen darstellenden Geometrie

Betrachtet man die Projektion in mittelalterlichen Weltkarten, ist keine geometrische Projektion visuell – beispielsweise durch ein Gradnetz – erkennbar. Die mittelalterliche Projektion ist nicht im Sinne einer geometrischen Darstellung, sondern einer schematischen Einteilung oder eines konstruktiven Darstellungsprinzips zu begreifen und wird entgegen der Bedeutung der heutigen Projektion nicht mathematisch hergeleitet. Daher wird nachkommend eher von einem Grundraster/-schema oder Darstellungsprinzip gesprochen, als von einer Projektion.

Wo in ptolemäischen Weltkarten die Projektion zum einen als Konstruktion des Raumes, zum anderen aber auch als Mittel zur Orientierung beim Lesen von Weltkarten eingesetzt wurde, wird in *Mappa mundi* keine Projektion mehr abgebildet.³⁴⁶ Es sind jedoch verschiedenen Grundschemas zu erkennen, anhand deren die *Mappa mundi* klassifiziert werden.³⁴⁷ Die «Zonenkarte» zeigt durch eine horizontale Unterteilung der Karte die verschiedenen Klimazonen der Welt auf. In der Zonenkarte wird neben der Nordhemisphäre auch die Südhemisphäre abgebildet. Die «viergeteilte Karte» ist nach Osten ausgerichtet und vereinigt die «dreiteilige Karte» mit einer unbewohnten Hemisphäre, den Antipoden. Dieser vierte Teil deutet auf die Landmasse hin, die sich auf der gegenüberliegenden Seite der Ökumene befinden sollte. Die «transitionale Weltkarte» tritt eher gegen Ende des

343 Vgl. Die Moderne und ihre Erfindung der Erdscheibe. S. 98–107. Lehmann schildert die fehlerhafte Meinungsbildung und streicht dabei Antoine Jean Letronne (1787–1848) und Washington Irving (1783–1853) heraus. In: Ebd.

344 Simek führt drei Gründe an, wieso die Neuzeit dem Mittelalter den Glauben an die «Erde als Scheibe» unterstellte: 1. Die Aussagen einiger spätantiker Kirchenväter, die sich aus religiösen Gründen gegen die heidnische-antike Auffassung von der Kugelgestalt wandten. 2. Das neuzeitliche Missverständnis bei der Betrachtung der mittelalterlichen Antipodenfrage. 3. Die irreführende Scheiben- oder Rad-Form der mittelalterlichen Weltkarten, welche wohl der Hauptgrund für die Scheibentheorie war. S. 52 Lehmann, Ringmann und Waldseemüller (2010). *Die Cosmographiae Introductio* Matthias Ringmanns und die Weltkarte Martin Waldseemüllers aus dem Jahre 1507 ein Meilenstein frühneuzeitlicher Kartographie.

345 Simek (1992). *Erde und Kosmos im Mittelalter das Weltbild vor Kolumbus*. S. 53

346 Ebd. S. 78

347 Arentzen unterscheidet bei seiner Klassifizierung zwischen «Ökumenischen Karten» und «Weltkarten». Das Klassifikationsschema von Woodware teilt die *Mappa mundi* in vier Kategorien ein: die «Tripartite», «Quadrupartite», «Zonale» und «Transitional». Vgl. dazu Cattaneo (2011). *Fra Mauro's mappa mundi and fifteenth-century Venice*, und Arentzen (1984). *Imago mundi cartographica Studien zur Bildlichkeit mittelalterlicher Welt- und Ökumenekarten unter besonderer Berücksichtigung des Zusammenwirkens von Text und Bild*. S. 294–299

Mittelalters auf, wobei sich das Grundschema durch die Portolankarten und unter dem Einfluss der ptolemäischen Darstellungen erschliesst. Das am meist verbreitete Grundschema im Mittelalter ist die «dreigeteilte Weltkarte», die hier etwas detaillierter beschrieben werden soll. Bei diesen *Mappaemundi* ist das Grundschema zur Darstellung der bewohnten Welt – der Ökumene – das T-O Schema. Dabei stellt man sich den Buchstaben «T» im Buchstaben «O» abgebildet vor. Das «T» strukturiert die Ökumene in eine dreiteilige Welt, nach den Kontinenten Asien, Afrika und Europa. Asien nimmt dabei die obere Hälfte ein, die Kontinente Europa und Afrika teilen sich die untere Hälfte. Der Buchstabe «T» steht für die Flüsse Don, als das Mittelmeer zwischen Asien und Europa und dem Nil, zwischen Asien und Afrika sowie dem westlichen Mittelmeer zwischen Europa und Afrika (vgl. Abb. 16).³⁴⁸ Bezieht man diese formale Grundstruktur auf das damalige Dogma der christlichen Lehre, symbolisiert das «T» das Kreuz Christi. Diese formale Dreiteilung entspricht den Söhnen Noahs, wobei jedem ein Kontinent zugesprochen wurde. Sem, dem ältesten Sohn wurde Asien zugeteilt, Ham entspricht Afrika und Japhet, der jüngste bekam Europa. Das «O» umgibt die Ökumene als Weltozean, der die damals bekannte Welt in einer kreisförmigen Fläche darstellt.

Ein weiteres vermeintliches Grundschema wurde 2002 neu entdeckt und aufgezeigt (Abb. 17 & 18). Dieses Schema basiert auf einer elementar-geometrischen Grundlage, wonach die *Mappaemundi* ein systematisches Ordnungsprinzip verfolgen. Das Schema beruht auf einfachen geometrischen Prinzipien und ist bestrebt, die Erde in einer systematischen Art und Weise darzustellen.³⁴⁹ Die Leitidee ist dabei, einen gänzlich neuen Aspekt des mittelalterlichen Raumverständnisses aufzuzeigen: Die *Mappaemundi* stehen demnach repräsentativ für eine geordnete Welt-sicht, die auf elementar-geometrischer Grundlage die Prinzipien der Abbildung der Erde mit den Prämissen der Schöpfung in Beziehung setzen. Das Konstruktionsprinzip basiert auf den Referenzorten Karthago, Konstantinopel, Alexandria und Jerusalem, woraus durch die Verbindungslinien Karthago-Alexandria und Konstantinopel-Jerusalem ein Basisdreieck (gleichseitiges Dreieck) konstruiert werden kann. Um den Mittelpunkt des Basisdreiecks werden verschiedene konzentrische Kreise geschlagen, und zudem gehen 24 Strahlen in gleichen Abständen davon ab.³⁵⁰ Diese darstellende Geometrie basiert also auf den einfachen Formen aus Kreisen und Strahlen, die von einem gemeinsamen Mittelpunkt ausgehen.³⁵¹ Anhand dieser Grundstruktur soll die Karte weiter ergänzt worden sein, womit ein «persön-

348 Woodward (1987). *Medieval Mappaemundi*. S. 54ff

349 Englisch geht davon aus, dass die mittelalterlichen Weltkarten einem systematischen, rationalen Konstruktionsprinzip unterliegen, wobei sich der Ordnungsanspruch durch die «Form und Zahl» manifestiere. Durch dieses Konstruktionsprinzip wird entgegen der vorherrschenden Meinung die Position vertreten, dass die *Mappaemundi* nicht nur auf schematischen Darstellungen aufbauen, sondern es werde aufgrund einer geometrischen Konstruktion die göttliche Ordnung repräsentiert. Es würde eine innere Struktur der Weltkarte vorherrschen, die die Erde als «ordentlichen» Teil der göttlichen Schöpfung legitimiere.

350 Anhand einer klaren Anleitung erklärt Englisch, wie das Grundgerüst zu konstruieren ist: Ein Achsenkreuz wird eingezeichnet, ein Kreis wird um dessen Mittelpunkt konstruiert, der Radius wird auf dem Kreisbogen abgetragen, ein gleichschenkeliges Dreieck wird konstruiert, die vom Mittelpunkt ausgehenden Strahlen werden eingezeichnet, die Bildfläche kann durch weitere konzentrische Kreise ergänzt werden. (Schema S. 131) Englisch (2002). *Ordo orbis terrae* die Weltsicht in den *Mappae mundi* des frühen und hohen Mittelalters. S. 142–145

351 Die geometrischen Formen (Kreis, Dreieck etc.) gehören im Kontext der mittelalterlichen Symbolik zu Sinnbildern für den dreieinigen Gott, den auferstandenen Christus und die Perfektion der Schöpfung. Die Grundformen der Grundstruktur war also nicht nur als Konstruktionsgrundlage von Bedeutung, sondern widerspiegeln damit gleichzeitig symbolische Motive.

licher Faktor» im Sinne einer persönlichen Ausgestaltung der Weltkarte erreicht werden konnte. Diese individuelle Ausgestaltung wird als Erklärung für die starke Variationsbreite der *Mappaemundi* geltend gemacht, wodurch die darstellende Geometrie entgegen antiker oder auch gegenwärtiger Weltkarten nicht auf den ersten Blick wahrgenommen wird.

In mittelalterlichen Weltkarten sind weder Längen- noch Breitengrade sichtbar. Diese Absenz eines Gradnetzes und damit eines ersichtlichen Koordinatensystems weist schon darauf hin, dass die Relevanz der geometrischen Konstruktion in *Mappaemundi* nicht mehr besonders gross war. Die formale Einteilung der *Mappaemundi* wurde vielmehr durch eine schematische Einteilung vorgenommen. Bei mittelalterlichen Weltkarten wird das Kartenbild nicht in erster Linie durch eine klare Vermessung geprägt, wodurch die Abbildung eines Koordinatennetzes hinfällig wird. Diese Vernachlässigung des Gradnetzes ist nicht auf eine Naivität der Abbildung zurückzuführen, sondern auf die Absicht, die Welt so zu beschreiben, dass sie durch ein einfaches Grundschema im Gedächtnis des Betrachters haftet.³⁵² Die Ortschaften wurden bei der bildnerischen Ausarbeitung der Weltkarten anhand dieses Grundschemas eingepasst und nicht nach einem Koordinatenprinzip verortet.³⁵³

Nur vereinzelt ist von einem Koordinatennetz respektive Gradnetz und der damit verbundenen Relevanz der Geometrie in *Mappaemundi* die Rede: Nach dem Erklärungsmodell von Englisch³⁵⁴ bauen die *Mappaemundi* auf konstruktiven Prinzipien auf, wobei deren Struktur als Gitternetz verstanden werden kann.³⁵⁵ Das heisst, während wir aus der Perspektive der modernen Geographie von einem Gradnetz ausgehen, das rechtwinklig angeordnet ist, bezieht sich das mittelalterliche Gitternetz auf einen gemeinsamen Mittelpunkt, dessen Strahlen in gleichem Abstand davon abgehen.³⁵⁶ Englisch geht sogar noch weiter und bezeichnet das Grundschema als Koordinatennetz, das grundsätzlich jeder *Mappamundi* zugrunde liegen würde,³⁵⁷ wobei zwar das Kartenbild der Weltkarte variiert, nicht aber das zugrundeliegende Koordinatennetz. Die Variation des Kartenbildes sind nur systemimmanente Modifikationen, wobei sich die Gestalt immer auf das Grundschema bezieht, das sich an fixen Referenzpunkten orientieren würde.

Der primär abgebildete Gegenstand von mittelalterlichen Weltkarten ist die damals bekannte, bewohnte Welt, die Ökumene – daher werden mittelalterliche Weltkarten auch als Ökumenenkarten bezeichnet. Dieses geografische Gebiet der Ökumenenkarte umfasst meist die drei Kontinente der klassischen alten Welt, also Asien, Europa und Afrika, wobei diese Erdteile durch das Mittelmeer und die Flüsse Don und Nil unterteilt sind. Die Ökumenenkarte projiziert die Geschichten der

352 Cattaneo schreibt weiter, dass die «Frau-Mauro»-Karte auch durch die kreisförmige Aussenform eine «schematische Darstellungsweise» verfolge. Vgl. Englisch (2002). *Ordo orbis terrae die Weltsicht in den Mappae mundi des frühen und hohen Mittelalters*. S. 83

353 Cattaneo (2011). *Fra Mauro's mappa mundi and fifteenth-century Venice*. S. 318ff

354 Vgl. oberer Abschnitt.

355 Woodward (1987). *Medieval Mappaemundi*. S. 139

356 Vgl. das von Englisch vorgeschlagene Konstruktionsprinzip, das oben beschrieben wird.

357 Englisch zeigt das von ihr entwickelte Konstruktionsprinzip an der «Vatikanischen Isidorkarte» auf und projiziert es anschliessend in einer Fallstudie auf 22 verschiedene *Mappaemundi*, wo sie Abweichungen des Grundrasters als beabsichtigte Intentionen beschreibt.

bewohnten Welt sowie die Geografie der Ökumene in eine Bildfläche. Durch diese synoptische Darstellung von Geografie und Geschichte wird der Zeitfaktor übergangen. Die Ökumenenkarte hat die Aufgabe, Geschichten verschiedener Zeiten darzustellen sowie die Geografie der bewohnten Welt zu illustrieren.³⁵⁸

In *Mappaemundi* war die Frage nach der Verortung der Ökumene auf dem Globus nicht von Relevanz. Die Ökumenenkarten gingen von einer fixen Bildfläche aus, wodurch neuentdeckte Gebiete in diesen Raum eingepasst wurden.³⁵⁹ Man ging vielmehr von einem Grundschema aus, nach dem die bekannte Welt gegliedert und dargestellt wurde. Der unbekannte Teil der Erde war für die christliche Welt nicht von Bedeutung und wurde daher nicht berücksichtigt. Das Grundschema der *Mappaemundi* ist durch eine feste Rahmung abgegrenzt, wodurch der Raum im Bild klar gekennzeichnet ist.³⁶⁰ Die Kartenfläche ist entgegen der Antike ein Bildausschnitt der Geografie (z. B. Ökumene), sondern eine begrenzte Fläche, die mit geografischer Information versehen werden kann und vom Weltozean umgeben wird. So sind der Kosmos und die irdische Welt formal ganz klar voneinander getrennt dargestellt. Der kreisförmige Umriss der *Mappaemundi* erinnert an die damals bekannte Kugelform der Erde.

Der geometrische Mittelpunkt der meisten Weltkarten fällt mit dem Schnittpunkt des T-Balken und des T-Schaftes zusammen. Meist wurde genau da Jerusalem im Zentrum der Hegemonialmacht platziert. Spätestens seit dem siebten Jahrhundert gilt Jerusalem nicht nur als religiöses, sondern wird mehr und mehr als Zentrum der bewohnten Erde verstanden.³⁶¹ In den Schriften der Kreuzfahrer und Pilger wird Jerusalem als Nabel der Welt mehrfach beschrieben. Lediglich in einigen bestimmten Weltkarten weicht das Zentrum leicht von Jerusalem ab (vgl. z. B. vatikanische Isidorkarte, Fra-Mauro-Weltkarte). Die meisten mittelalterlichen Weltkarten sind nach dem Ort des Sonnenaufgangs, also nach Osten ausgerichtet (vgl. z. B. Psalterkarte, Hereford-Weltkarte, Ebstorfer Weltkarte).³⁶² Nach der biblischen Lehre liegt im Osten das Paradies und Christus fuhr gegen Osten in den Himmel, wonach auch die Weltkarten ausgerichtet wurden. Die *Mappaemundi* sind jedoch nicht konsequent geostet, als Ausnahmen gelten z. B. die Vatikanische Isidorkarte sowie die Fra-Mauro-Weltkarte (nach Süden ausgerichtet).³⁶³

Im Mittelalter kommt es zu einer Zersetzung der antiken perspektivischen Idee, bei der von einer neuen zusammenhängenden Räumlichkeit ausgegangen wird.³⁶⁴ Die kompositorische Logik geht vielmehr von einem Über- und Nebenein-

358 Englisch (2002). *Ordo orbis terrae* die Weltsicht in den *Mappae mundi* des frühen und hohen Mittelalters. S. 96

359 Brincken (2008). *Die Rahmung der "Welt" auf mittelalterlichen Karten*. S. 95

360 Von den Brincken beschreibt anhand einiger Beispiele, inwiefern «Ausbruchsversuche aus der Rahmung» stattgefunden haben. «Die grosse Vatikanische Isidor-Karte» beispielsweise erweitert die beschränkte Fläche der Ökumene durch eine ovale Umrandung, welche die abgewandte Kugelseite abbildet. Oder auch die «Die hemisphärische Karte Lamberts von Saint-Omer», der die beiden Kugelseiten in einer runden Bildfläche vereinigte, wobei er links die bekannte Ökumene darstellte und rechts die uns abgewandte Seite der Kugel. Vgl.: Ebd. S. 112–116

361 Vgl. Kapitel: Die Reise zum Mittelpunkt der Erde: Jerusalem oder der Nabel der Welt. S. 95–104. Ebd.

362 Simek (1992). *Erde und Kosmos im Mittelalter* das Weltbild vor Kolumbus. S. 224–225

363 Van der Brinken listet tabellarisch verschiedene mittelalterliche Weltkarten auf und zeigt auf, wie Jerusalem dargestellt ist, und ob sich Jerusalem im Bildmittelpunkt befindet. Brincken (2008/1999). *Jerusalem on medieval mappaemundi: A site both historical and eschatological*. S. 702

364 Brincken (2008). *Die Rahmung der «Welt» auf mittelalterlichen Karten*. S. 272ff

ander aus denn von einer Erzeugung einer Perspektive durch eine Darstellung, die Bildelemente scheinbar hintereinander reiht. Mittelalterlichen Optiktraktaten ist zu entnehmen, dass sich die Entfernung durch kontinuierliche und geordnete (dazwischenliegende) Körper abschätzen liess.³⁶⁵ Die *Mappaemundi* zeugen genau von diesen Darstellungskonventionen des Mittelalters. Einzelne Bildelemente wie Ortschaften, geophysische Elemente oder allegorische Darstellungen werden ohne Georeferenz aneinandergereiht und verfolgen keine perspektivischen Absichten. Entgegen einer räumlich konstruierten Darstellung – z. B. mittels Projektion – bauen *Mappaemundi* auf einer schematischen Einteilung der Bildfläche auf und lassen das Erzeugen einer Perspektive ausser Acht. Mittelalterliche Weltkarten stellen einen dimensionslosen Raum dar.

Genau dieses Ausbleiben der perspektivischen Darstellung in *Mappaemundi* hat durch die gegenwärtige Rezeption zu grosser Verwirrung geführt, das zur Behauptung führte, dass die Erde eine Scheibe sei.³⁶⁶ Die Karteninterpretation in der Moderne ist so konditioniert, dass wir durch Verzerrungen respektive durch eine perspektivische Darstellung eine Kugelgestalt der Erde respektive eine Räumlichkeit interpretieren können. Das heisst, im modernen Kartenbild wird durch die Anwendung der Perspektive eine für die derzeitige Rezeption hohe Annäherung an die Realität erreicht. Mit unserer Interpretationsfähigkeit wird jedoch das Verständnis für die mittelalterliche formale Bildsprache eine Herausforderung. In den projektionslosen *Mappaemundi* ist es für uns derzeit herausfordernd, die didaktisch vereinfachte Darstellung der Kugelform durch einen Kreis zu verstehen. Man verkannte die *Mappaemundi* als eine Darstellung der Erdscheibe, anstatt sie für eine Halbkugelansicht zu deuten.³⁶⁷ Die *Mappaemundi* verfolgte die Prämisse, die Erdoberfläche schematisch darzustellen und nicht mittels Perspektive zu konstruieren.

365 Dubois (2010). Zentralperspektive in der florentinischen Kunstpraxis des 15. Jahrhunderts. S. 13

366 Vgl. Abschnitt weiter oben.

367 Panofsky (1927). Die Perspektive als «Symbolische Form». S. 58

2.2.2 Ebstorfer Weltkarte



Abb. 15: Ebstorfer Weltkarte. In: Barber, Harper und British Library (London) (2010, S. 80)

Im Anschluss an die Ausführungen zu den Konventionen in schematischen Darstellungen des Mittelalters soll nun anhand der Ebstorfer Weltkarte die Projektion respektive das der Weltkarte zugrunde liegende schematische Grundraster genauer betrachtet werden (VGL. ABB. 15). Aufgrund der hohen Variationsbreite von Weltkarten gibt es im Mittelalter keine einzige repräsentative exemplarische *Mappamundi*, anhand derer man alle Darstellungskonventionen hinsichtlich Projektionen aufzeigen könnte. Es lassen sich nicht alle formalen Eigenschaften an einer einzigen stereotypischen mittelalterlichen Weltkarte aufzeigen. Die Ebstorfer Weltkarte vereinigt jedoch viele dieser Darstellungskonventionen und demonstriert somit ein für das Mittelalter typisches Grundraster.³⁶⁸

Diese *Mappamundi* gilt neben ihrer beeindruckenden Grösse und ihrer Detailgenauigkeit neben der Herefordkarte und der Psalterkarte als eine konventionelle Erddarstellung des Hochmittelalters, wobei sie verschiedene Stränge der mittelalterlichen Universalkartografie vereint.³⁶⁹ Sie gilt mit ihren $3,5 \times 3,5$ m als eine der grössten und reichhaltigsten Erddarstellungen. Sie ist ein dichtes Gefüge von etwa 2000 kolorierten Zeichnungen und erläuternden Texten.

Genauere Informationen zur Ebstorfer Weltkarte zur ihrer Überlieferung und zum historischen Kontext ist im 1. Kapitel: Weltkarten und Weltanschauungen, im Abschnitt: 1.2.2. Die Ebstorfer Weltkarte zu finden.

368 Simek (1992). *Erde und Kosmos im Mittelalter das Weltbild vor Kolumbus*. S. 3

369 Kugler (2007). *Die Ebstorfer Weltkarte: Atlas*. S. 475

2.2.3 Schema der Ebstorfer Projektion



Abb. 16: JMS. T-O-Schema. Nach: Edson, Savage-Smith und Brincken (2005, S. 54)

vorwiegend durch die Anordnung von geophysischen Elementen, wie etwa durch die Gewässer oder die Kontinente, erkennbar. Weitere kartografische Schemata – wie etwa die Zonen- oder Klimakarte – wurden nicht berücksichtigt.³⁷¹

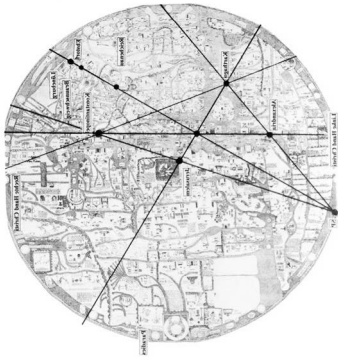


Abb. 17: Basisdreieck in Ebstorfer Weltkarte. Englisch (2002, S.654)

weise ein unspezifisches Dreieck mit den Winkeln 31° , 41° und 108° auf. Kugler kritisiert, dass die Basisorte (Karthago, Alexandria, Jerusalem und Konstantinopel) nach einer solchen Konstruktion eingezeichnet worden wären (vgl. Abb. 18). Es werden auch andere Gegenargumente hinsichtlich einer strukturell-geometrischen Basis-

Die darstellende Geometrie der Ebstorfer Weltkarte referenziert sehr stark auf das T-O Schema, was in einer Aussenlegende der Weltkarte folgendermassen beschrieben wird:

«Der Erdkreis ist in drei Teile unterteilt, nämlich in Asien, Europa und Afrika. Asien allein umfasst die Hälfte der Erde. Europa und Afrika zusammen nehmen die andere Hälfte ein, das Mittelländische Meer teilt sie.»³⁷⁰

Das «T» steht für die Gewässer Don, Nil und das Mittelmeer (vgl. Abb. 16), das O beschreibt den kreisrunden Umriss der Karte. Das T-O-Schema ist

Nach dem Darstellungsprinzip von Englisch verfolgt auch die Ebstorfer Weltkarte das nach Zahl und Mass geordnete Erdbild, welches nach den Prämissen des Rasters der systematischen Erdabbildung erstellt worden ist.^{372, 373} Ihr dargelegtes Grundraster verhält sich in der Ebstorfer Weltkarte nach demselben Prinzip wie in der Vatikanischen Isidorkarte, nur sei aufgrund des Grossformates die Weltkarte durch mehrere Zentrumskreise ergänzt worden (vgl. Abb. 17).

Kugler kritisiert die Anwendung dieser «Basiskonstruktion» bezüglich einiger Punkte. Die «Basiskonstruktion»

370 Kugler (2007). *Die Ebstorfer Weltkarte: Untersuchungen und Kommentar*. S. 15

371 Ebd. S. 65

372 Vgl. Abschnitt: 2.2.1. Schemata der mittelalterlichen darstellenden Geometrie.

373 Wilke (2001). *Die Ebstorfer Weltkarte*. S. 479ff

konstruktion laut.³⁷⁴ Es wird hinterfragt, inwiefern das zur «Basiskonstruktion» gehörende Kreisbogensystem zum Orbiskreis steht und warum der unsichtbare Kreismittelpunkt ausgerechnet auf den Peleponnes zu liegen komme. Weiter seien die «Basisorte» auf der Ebstorfer Weltkarte nicht punktförmig, sondern durch relativ grosse Zeichnungen markiert und lassen daher für die Berührungspunkte (für die Konstruktion des Basisdreiecks) relativ viel Spielraum. Von diesem Spielraum müsse gerade in der Ebstorfer Weltkarte auch Gebrauch gemacht werden, da sich sonst kein «Basisdreieck» hätte konstruieren lassen.

Das Grundraster respektive Grundschema ist in der Ebstorfer Weltkarte nicht etwa durch Konstruktionslinien ersichtlich, wie wir es in gegenwärtigen Weltkarten durch das Gradnetz gewohnt sind. Das Kartenschema ist lediglich über das Kartenbild erkennbar. Kugler beschreibt weiter, dass bei der Anlage des Kartenbildes zunächst etliche Hilfslinien über die Pergamentfläche gezogen wurden, wobei die Himmelsrichtungen sowie die Umrisslinien der Kontinente und der Meere festgelegt worden sind.^{375, 376}

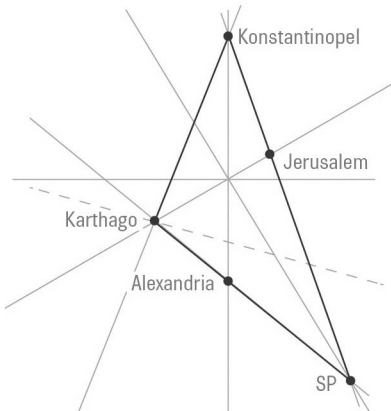


Abb. 18: JMS. Basisdreieck von Englisch, Nach: Englisch (2002, S.480)

Wie in den meisten *Mappaemundi* liegt der geometrische Mittelpunkt der Ebstorfer Weltkarte in Jerusalem.³⁷⁷ Dieser Mittelpunkt ist in der Ebstorfer Weltkarte auf den ersten Blick ersichtlich und nicht nur durch die genaue Positionierung in der Bildmitte, sondern auch durch die signifikante Symbolik besonders augenfällig. Die Auferstehung Christi ist inmitten quadratisch geschlossener Stadtmauern abgebildet. Diese Fläche hebt sich durch ihre Farbgebung klar vom Grundton der Karte ab, womit das christliche Hegemonialzentrum herausgestrichen wird. Durch diese prominente Darstellung Jerusalems wird die Vorrangstellung gegenüber jedem anderen Ort auf der Wertscheibe klar ausgezeichnet. Chris-

tus entsteigt seinem Sarg, wobei sein Kopf nach Süden und seine Flüsse nach Norden weisen.³⁷⁸ Der Sarkophag ist umgeben von zwei Wächtern und verschiedenen Legenden, welche die abgebildete Auferstehung Christis beschreiben.

Die Ebstorfer Weltkarte unterliegt hinsichtlich der Ausrichtung den Konventionen des Hochmittelalters. Die Karte ist geostet.

374 Hegenboss-Dürkop (1991). *Jerusalem – Das Zentrum der Ebstorf-Karte*, S. 28

375 Englisch (2002). *Ordo orbis terrae die Weltsicht in den Mappae mundi des frühen und hohen Mittelalters*, S. 16.

376 Kugler beschreibt weiter, wie genau das Grundschema konstruiert wurde: In einem ersten Schritt wird das Achsenkreuz eingezeichnet, dann die Aussenränder Ost, West, Nord und Süd markiert, deren Schnittpunkt den Kartenmittelpunkt (Jerusalem) bildet. Weiter wurden um diesen Mittelpunkt zwei Kreisbogen geschlagen, aus denen sich das Band für den sich rings um die Erde erstreckenden Ozean ergibt. Kugler (2007). *Die Ebstorfer Weltkarte: Untersuchungen und Kommentar*.

377 Von den Brincken vergleicht die Position von Jerusalem in verschiedenen *Mappaemundi* und hält tabellarisch fest, mit welchem Symbol Jerusalem dargestellt wird. Vgl. Ebd. S. 701–703

378 Brincken (2008/1999). *Jerusalem on medieval mappaemundi: A site both historical and eschatological*, S. 205–222

2.2.4 Mittelalterliche Darstellungskonventionen tabellarisch

In der folgenden Tabelle werden die *Mappaemundi* und ihre Darstellungskonventionen hinsichtlich einiger eben besprochenen Aspekte stichwortartig aufgelistet. Es ist klar, dass diese stichwortartige Darstellung der Konventionen nur durch eine starke Pauschalisierung erreicht werden konnte. Daher erhebt diese Matrix keinen Anspruch auf die Charakterisierung jeder Weltkarte in der entsprechenden Epoche, sondern zeichnet lediglich eine Tendenz ab.

PROJEKTION paradigmatischer Begriff	PROJEKTION Beschreibung geometrische Projektion	GRADNETZ	GEOGRAFIE	MITTELPUNKT, AUSRICHTUNG konstruktiv	RAUM- KONSTRUKTION Perspektive konstruktiv
MITTELALTER allgemein					
Schematische Darstellung	Verschiedene Schemata zur Gliederung der Bildproportion: Zonenkarten: (Macrobius) T-O-Schema: (Isidor von Sevilla) «Transitionale Weltkarte» Viergeteilte Weltkarte	Kein Gradnetz sichtbar	Ökumene Drei Kontinente der klassischen Welt: Asien, Europa, Afrika	Mittelpunkt: Vorwiegend Jerusalem Ausrichtung: Meist nach Osten	Über- und Nebeneinander, keine Anwendung der Perspektive
MITTELALTER Ebstorfer Weltkarte					
Schematische Darstellung	Gliederung durch T-O-Schema	Kein Gradnetz sichtbar	Ökumene	Mittelpunkt: Jerusalem Ausrichtung: Osten	Über- und Nebeneinander, keine Anwendung der Perspektive

2.3 Renaissance: Mathematische Weltkarten

In der kartografischen Renaissance (ab ca. 1470) werden die Darstellungskonventionen in Weltkarten mehr und mehr von *Projektionen* in heutigem Sinn bestimmt. Darstellungsprinzipien der mittelalterlichen allegorischen *Mappaemundi* werden verdrängt, metrische Weltkarten nehmen stattdessen ihren Platz ein, und greifen auf Darstellungskonventionen der Antike zurück. Die Rezeption der antiken Geografie in der Renaissance geschieht hauptsächlich hinsichtlich mathematischer Aspekte, die Weltkarten zugrunde liegen. Dies führt zu mathematischen Darstellungsmodi, die in heutigem Sinne Projektionen entsprechen, die mittels Grundraster respektive einem Koordinatensystem visualisiert werden und die Weltkarte in verschiedene Einheiten unterteilen.³⁷⁹ In der Renaissance hat sich der Begriff der «mathematischen Kartografie», der auch die Projektionslehre umfasst, parallel zur Etablierung der Mathematik entwickelt. Der Bedarf an Projektionen, die auf einer mathematischen Grundlage aufbauen, ist drastisch gestiegen. Dabei werden zwei Absichten verfolgt: zum einen benutzte man eine *Projektion* um den Globus auf einer zweidimensionalen Ebene abzubilden, zum anderen wurden *Projektionen* für bestimmte Informationsabbildungen entworfen, wie z. B. die Merkatorprojektion für die Schifffahrt.³⁸⁰

Die Fra-Mauro-Weltkarte aus dem Jahre 1459 gilt als eine der letzten *Mappaemundi*, bei der sich die Abkehr der mittelalterlichen Konventionen hinsichtlich einiger Aspekte deutlich abzeichnet, so z. B. ist die Weltkarte nicht mehr gegen Osten sondern gegen Süden ausgerichtet.³⁸¹ Durch die Wiederaufnahme der antiken Literatur wurde die ptolemäische Geographie in der zweiten Hälfte des fünfzehnten Jahrhunderts ein Standardwerk der Renaissance. Davon beeinflusst waren Ringmann und Waldseemüller, die 1507 mit der *Cosmographiae Introductio* und der dazugehörigen Weltkarte die ptolemäische Lehre erweiterten. Gerardus Mercators (1512–1594) Werk umfasst verschiedene Globen, Karten und Atlanten,³⁸² die immensen Einfluss auf die Nachwelt hatten. 1569 produzierte Merkator eine Weltkarte mit einer neuen Projektion – der Merkatorprojektion, die bis heute einige Weltkarten bestimmt. Weiter entwarf er Doppelte-Hemisphäre-Weltkarten sowie verschiedene regionale Karten. Der 1570 von Abraham Ortelius (1527–1598) veröffentlichten Atlas wurde zum Standardwerk der Renaissance und vielfach kopiert, wodurch er eine immense Verbreitung erfuhr.³⁸³

2.3.1 Mathematik der darstellenden Geometrie der Renaissance

In der Renaissance wurde den Projektionen den Sinn zugeschrieben, der ihnen bis heute geblieben ist. Die Projektion ist eine mathematisch definierbare Regel, welche die Transformation von der dreidimensionalen Kugeloberfläche in eine zweidimensionale Fläche ermöglicht. Dabei werden Referenzpunkte auf der Kugeloberfläche in Beziehung zu einem Gradnetz gebracht und in einer Ebene abgebildet.

379 Vgl. «The Study of the «mathematical» Problems in the Geography», Kugler (2007).

Die Ebstorfer Weltkarte: Untersuchungen und Kommentar. S. 336–33

380 Dalché (1987). *The Reception of Ptolemy's Geography*. S. 3ff

381 Schneider (2012). *Die Macht der Karten eine Geschichte der Kartographie vom Mittelalter bis heute*. S. 15–16

382 Mercator prägte den Begriff «Atlas» durch sein Werk: *Atlas sive Cosmographicae Meditationes de Fabrica Mundi et Fabricati Figura* (Atlas oder kosmografische Meditationen über die Schöpfung der Welt und die Form der Schöpfung), das sein Sohn Rumbold einige Jahre nach Mercators Tod publizierte. Dieser Atlas ist nun bekannt als Mercator Atlas. Snyder (1993). *Flattening the Earth: Two Thousand Years of Map Projections*. S. 126–129

383 Short (2003). *The world through maps a history of cartography*. S. 122–125

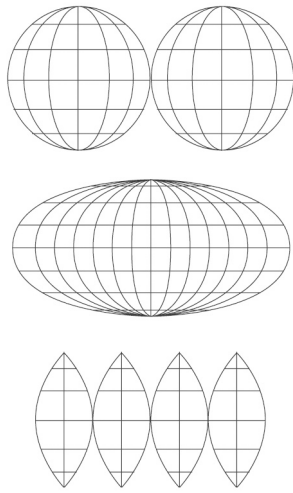


Abb. 19: Three Ways of expanding the World. Snyder (1987, S. 366)

Die Renaissance-Kartografie wird aus der heutigen Perspektive als die Zeit des grossen Fortschritts erachtet, der sich u. a. durch die Präzisierung der Lokalisierung von Ortschaften, der Vermessung der Geophysik und der Beschreibung von Naturgegebenheiten abzeichnet.³⁸⁴ Bei der Entwicklung der Kartografie der Renaissance spielt die Wiedergeburt der Raumwahrnehmung der Antike eine wichtige Rolle. Dabei ist die Rezeption dieser Schriften und somit auch der ptolemäischen darstellenden Geometrie prägend für die Weltkarten der frühen Neuzeit.³⁸⁵ Nach einem Millennium, in dem die Projektionen in Vergessenheit gerieten, beruhte die darstellende Geometrie der Renaissance wieder auf der antiken isotropen und homogenen Raumwahrnehmung, die auf einem Gradnetz respektive Koordinatensystem gründet. Die Erscheinung der Welt änderte sich mit der Entwicklung von Projektionen, zumal die Zeit der Entdeckung einige neue Anforderungen an Weltkarten stellte: 1. Die

Weltkarten sollte die wachsende Grösse der Erdgeographie fassen können, 2. sollten sie eine hohe geografische Präzision aufweisen und 3. für bestimmte Anwendungszwecke einsetzbar sein, wie z. B. für die Seefahrt.³⁸⁶

Die Abbildung der darstellenden Geometrie mittels Projektion gewann an enormer Bedeutung, wonach sich verschiedene Projektionen entwickelten, die sich folgendermassen gliedern lassen:

Drei Projektionstypen sind bezeichnend für diese Epoche: 1. Die Welt war in zwei Hemisphären abgebildet, 2. Die Welt war geometrisch in eine zusammenhängende geometrische Figur projiziert, oder 3. Die Welt ist in verschiedenen keilförmigen Teilen dargestellt (vgl. Abb. 19). Im Gegensatz zu den antiken Weltkarten versuchten die Renaissance-Weltkarten, die ganze Welt und nicht nur die Ökumene abzubilden. Obwohl die Projektion der Renaissance der ptolemäischen antiken Projektion vom Prinzip her sehr nahe kommt, sind bedeutsame Unterschiede auszumachen. Vergleicht man beispielsweise eine in der Renaissance gängige doppelte Hemisphäre-Weltkarte mit der ptolemäischen Projektion, wird klar, dass die ptolemäische Weltkarte von einem Ausgangspunkt die damals bekannte Welt mithilfe einer Projektion zu erfassen versucht. Die Projektion der doppelten Hemisphäre-Weltkarte hingegen stellte eine schematische Grundlage dar, anhand derer die ganzheitliche Erdgeographie dargestellt werden kann. Diese beiden Darstellungsprinzipien sind grundsätzlich anderer Natur; die eine verortet verschiedene geografische Orte, woraus ein Ganzes entsteht, erfasst das Ganze und lokalisiert darin die verschiedenen Orte – sie schliesst vom Allgemeinen auf das Besondere.

384 Akerman (2007). *Maps – finding our place in the world*. S. 6ff

385 Woodward (1987). *Cartography and the Renaissance: Continuity and Change*.

386 Vgl. Kapitel: *Cosmographies and the Development of Projections*. S. 30–31. Riffenburgh und Royal Geographical Society (Great Britain) (2011). *The men who mapped the world the treasures of cartography*.

Die Gruppe des Projektionstypus 1. umfasst beispielsweise die einflussreiche Mercatorprojektion, die in der Renaissance weite Verbreitung erlangte. Sie ist eine einflussreiche Projektion, deren Darstellungskonventionen unsere Vorstellung von Grösse, Lage und Form der Welt bis in die heutige Zeit prägte.³⁸⁷ Die von Mercator entwickelte darstellende Geometrie ist für die Seefahrt entwickelt worden, wobei sie die Navigation und Positionsbestimmung auf hoher See ermöglichte. Die Mercatorprojektion ist eine winkeltreue Zylinderprojektion, Längen- und Breitengrade sind als gerade Linien abgebildet. Die Flächentreue ist keineswegs gewährleistet, der Faktor der Skalierung ändert sich von Punkt zu Punkt. Dies führt zu enormen Verzerrungen der Randregionen.³⁸⁸

Entgegen dem dreizehnten und vierzehnten Jahrhundert, wo die Darstellung des Gradnetzes in terrestrischen Weltkarten ganz ausblieb, wurde in der Renaissance mit der Wiederentdeckung der ptolemäischen Schriften das Gradnetz in Karten wieder angewendet.³⁸⁹ Weltkarten liegen geometrisch konstruierte *Projektionen* zugrunde, die durch das Gradnetz respektive durch Längen- und Breitengrade die Bildebene in verschiedene Einheiten unterteilen. Grundsätzlich war ein vermehrtes Interesse an der Mathematisierung der Weltkarten entstanden, die durch das Gradnetz visuell zum Ausdruck gebracht wurde. In der Kartografie sowie in den bildenden Künsten erreicht die vermehrte Anwendung eines Gradnetzes respektive Grundrasters eine Raumwahrnehmung, nach der der Raum geometrisch und homogen eingeteilt wurde.³⁹⁰ Das Gradnetz der damals neuen Merkatorprojektion beispielsweise zeichnet sich dadurch aus, dass die Meridiane die Breitenlinien immer in demselben Winkel schneiden, wodurch die Orientierung auf hoher See gewährleistet werden konnte. Auch die Mehrheit der Karten in Ortelius' *Theatrum* sind mit Längen- und Breitenlinien versehen.³⁹¹

Das geografische Wissen erweiterte sich mit der Entdeckung *Americas* schlagartig. Mit der Vermessung der Erde stieg das Bewusstsein über die «Terra Incognita». ³⁹² Man unterteilte die Erde in verschiedene Teile: die «alte Welt», also die damals bekannte Welt, und die «neue Welt», womit vorwiegend der vierte Kontinent *America* gemeint ist. Es war der Genuese Christoph Columbus, der den vermeintlichen westlichen Seeweg nach Indien festhielt, der sich später als neuer Kontinent Amerika herausstellte. Sein italienischer Landsmann Amerigo Vespucci berichtete nach seiner dritten transatlantischen Reise in dem sogenannten Mundus-Novus-Brief von der entdeckten Neuen Welt.³⁹³ Die Geografie wurde stetig genauer vermessen, der leere Raum wollte beherrscht werden. Die Vermessung und Beschreibung der Geografie war eine notwendige Voraussetzung für die portugiesischen und spanischen Expeditionen, die Schifffahrt und die Ausweitung des Seehandels.³⁹⁴

387 Snyder und Voxland (1989). *An album of map projections*. S. 10

388 Stirnemann (2011). *Projektion – die Grundlage zur Darstellung der Erdoberfläche*. S. 16

389 Woodward (1987). *Cartography and the Renaissance: Continuity and Change*. S. 12ff

390 Ebd. S. 336

391 Dalché (1987). *The Reception of Ptolemy's Geography*. S. 122–125

392 Short (2003). *The world through maps a history of cartography*. S. 6

393 Woodward (1987). *Cartography and the Renaissance: Continuity and Change*. S. 14–18

394 Lehmann, Ringmann und Waldseemüller (2010). *Die Cosmographie Introductio Matthias Ringmanns und die Weltkarte Martin Waldseemüllers aus dem Jahre 1507 ein Meilenstein frühneuzeitlicher Kartographie*. S. 69

Um die Erde vollständig abzubilden, strebte die Renaissance nach der Visualisierung der ganzen Welt, nicht nur einem Gebietsausschnitt, z. B. der Ökumene. Die neuen Projektionen für Weltkarten umfassen nun die ganze Geografie. Die antike ptolemäische Projektion wurde so modifiziert, dass unter anderem die 180°-Darstellung auf eine 360°-Darstellung angepasst und mit entsprechenden Breiten- und Längengraden ergänzt wurde.³⁹⁵ Die Weltkarten der Moderne fokussieren klar auf das Abbild des ganzen Globus, der als einheitlicher und organisierter Raum dargestellt wird. Die neue darstellende Geometrie der Renaissance impliziert die Gesamtheit der Erdoberfläche. Durch Längen- und Breitengrade wird die Endlichkeit der Fläche genau beschrieben. Im Gegensatz zum Mittelalter, wo sich die Weltkarten durch das Hinzufügen verschiedener Ortschaften formal stetig änderten, ging man in der Renaissance von einer Gesamtheit aus, wobei neue Ortschaften an der geografisch korrekten Lage eingefügt werden konnten. Seit daher ist die Platzierung der Ortschaften nicht mehr durch ihre soziokulturelle Bedeutung, sondern durch ihre geografische Lage bestimmt, die durch das Grundraster erkennbar wird.

Die Frage nach dem im Bildmittelpunkt abgebildeten geografischen Gebiet in Renaissance-Weltkarten ist nicht eindeutig zu beantworten:³⁹⁶ bei den verschiedenen Projektionsarten zeigen sich verschiedene geografische Gebiete im Bildmittelpunkt ab. In «Doppelten-Hemisphären-Weltkarten» beispielsweise ist die horizontale Mitte durch den Äquator bestimmt, der vertikale Mittelpunkt liegt jedoch zwischen der «alten» und der «neuen Welt» (sprich irgendwo im Atlantik). Ist die Welt jedoch in einer zusammenhängenden, geometrischen Projektion abgebildet, wird der Nordhalbkugel meist mehr Platz eingeräumt, wonach der geografische Bildmittelpunkt unterhalb der horizontalen Bildmitte abgebildet wird (vgl. Waldseemüller Weltkarte). Die Zentrierung der Weltkarten orientierte sich stark an der antiken Geographie. Mit der Rezeption der antiken Schriften lebten in der Renaissance viele antike bildkompositorische Eigenschaften wieder auf. Der geografische Ausgangspunkt lag auf Vorderasien, woraus sich die formale Struktur der Projektionen weiterentwickelte. Die Waldseemüller Weltkarte zeigt diese Weiterentwicklung beispielhaft auf: Die vertikale Ausdehnung der Projektion, sprich von 180° auf 360° geschah symmetrisch (also auf der Ost- und Westseite je 90°), so dass sich das geografische Zentrum kaum in der vertikalen Bildmitte verschiebt. Die Nord-Süd-Ausdehnung der Projektion, wird von 63°N zu 90°N und von 16°S zu 40°S erweitert, also eine nördliche Ergänzung von 27° und eine südlichen Ergänzung von 24°. Die Nord-Süd-Ausdehnung wird entgegen der Längenausdehnung jedoch formal nicht gleich symmetrisch vorgenommen, die Nord-Hemisphäre wird in der Waldseemüller Weltkarte wesentlich prominenter dargestellt. Grundsätzlich zeichnen sich Konventionen der darstellenden Geometrie hinsichtlich des Bildmittelpunktes dadurch ab, dass mehr und mehr eine Zuwendung zu einer eurozentrischen Perspektive stattfand. Weiter ist die Bestimmung des im Bildmittelpunkt dargestellten geografischen Gebietes Ausgangspunkt zur Vermessung und Entdeckung der Geografie. Die Ausrichtung standardisiert sich nach Nord-Süd.

395 Zurawski (2014). Raum – Weltbild – Kontrolle Raumvorstellungen als Grundlage gesellschaftlicher Ordnung und ihrer Überwachung. S. 369

396 Vereinzelt treten in der Renaissance auch polständige Weltkarten auf (meist in Doppelten-Hemisphären-Weltkarten), die hinsichtlich des im Bildmittelpunkt abgebildeten Gebiets an dieser Stelle nicht berücksichtigt werden.

Die Erfindung der Zentralperspektive in der Frührenaissance galt als bedeutender Umbruch. Die Entdeckung der Zentralperspektive kann bereits als Wiederentdeckung auf das Spätmittelalter zurückgeführt werden. In der Frührenaissance führte die florentinische Malerei mit Giotto im 13. Jahrhundert eine Wende der Malpraxis ein, wobei vorerst von einer intuitiven Perspektive die Rede war. Giotto bezog architektonische Prinzipien auf die Darstellung von Figuren, indem er diese kastenartig umfasste. So setzte er seinen ganzen Bildraum aus Raumkästen zusammen, die jedoch noch keine Kontinuität bildeten.³⁹⁷ Ambrogio und Pietro Lorenzetti gingen noch einen Schritt weiter: sie führten die Raumkontinuität und den einheitlichen Fluchtpunkt in Teilebenen von Gemälden ein.³⁹⁸ Das Gemälde konnte also multiple Perspektiven beinhalten; es konnte beispielsweise eine Fluchtpunktperspektive am Boden angewendet werden, während im oberen Bildteil verschiedene Orthogonalen auf eine Fluchtachse zuliefen (Parallelprojektion). Diese sienesisische Malerei knüpft an die «Näherungskonstruktion» der Antike an. Gleichzeitig ist sie sinnbildlich für den Übergang vom Mittelalter zur Renaissance, da sich die mittelalterliche multiperspektivische Malerei hin zu einer perspektivischen Konstruktion mit nur einem Fluchtpunkt hinbewegt. Cennino Cennini hielt die visuelle Raumwahrnehmung auf der Bildebene und die damit verbundenen Ansätze zur Perspektive als erster in seinem *Libro dell'arte* fest. In der Renaissance galten Filippo Brunelleschi (1377–1446) und Leon Battista Alberti (1404–1472) als Entdecker der Zentralperspektive, das heisst der linearen geometrischen Projektion des dreidimensionalen Raumes auf die zweidimensionale Bildebene. Auf Brunelleschi wird der «spezielle Fall einer Projektion» zurückgeführt, wobei es ihm gelang diese neuen Konstruktionsprinzipien anzuwenden.³⁹⁹ Schriftlich festgehalten wurden die neuen Konstruktionsprinzipien von Leone Battista Alberti in seiner Schrift *Della Pittura* im Jahre 1435. Nach Brunelleschi und auch Alberti war das Bild ein Schnitt durch eine Sehpyramide, dessen Sehstrahlen im Auge konvergieren.

Analog zum Aufkommen der Perspektive in den bildenden Künsten entwickelte sich die Projektion als ein mathematisch exaktes planiperspektivisches Verfahren zur Darstellung von Weltkarten. Wo in den Bildenden Künsten die Fluchtpunktperspektive einige Darstellungskonventionen zu bestimmen beginnt, wird in der Kartografie die Projektion als Mittel zur Darstellung von Weltkarten eingesetzt, wonach die Weltkarten nach projektiv-geometrischen Verfahren konstruiert werden.⁴⁰⁰

«Die Projektion von Orten im dreidimensionalen Raum auf die zweidimensionale Bildebene wurde auch in der Kartographie angewandt. Das antike Vorbild war die *Geographia* von Ptolemäus. Die Schrift wurde um 1400 in Konstantinopel gefunden und nach Florenz gebracht, zwischen 1406 und 1409 ins Lateinische übersetzt und über Westeuropa verbreitet. Florenz entwickelte sich in der Folge zu einem Zentrum der Kartographie.»⁴⁰¹

397 Dubois (2010). *Zentralperspektive in der florentinischen Kunstpraxis des 15. Jahrhunderts*. S. 13

398 Ein frühes Beispiel Lorenzettis ist das Gemälde *Präsentation Christi im Tempel* (1342) oder auch der *Verkündigung* (1344)

399 Bering und Roach (2008). *Raum: Gestaltung, Wahrnehmung, Wirklichkeitskonstruktion*. S. 281

400 Snyder (1987). *Map Projections in the Renaissance*. S. 279–287

401 Dubois (2010). *Zentralperspektive in der florentinischen Kunstpraxis des 15. Jahrhunderts*. S. 19

Der Fluchtpunkt ist in Weltkarten mit dem Berührungspunkt respektive der Berührungslinie also vergleichbar. Das Koordinatensystem unterstützt die Einteilung der Kartenebene, anhand dessen die Globusoberfläche und entsprechend einzelne geophysische Elemente verortet werden können. Mit der Entwicklung der mathematischen Projektion – und analog der Entwicklung der Perspektive in den Bildenden Künsten – ist die Darstellung von Raum endgültig rationalisiert worden.

2.3.2 Waldseemüller Weltkarte



Abb. 20: Waldseemüller Weltkarte. In: Schneider (2012, S. 34–35)

Im Anschluss an die oben geschilderten allgemeinen Ausführungen zur darstellenden Geometrie in der Renaissance, soll nun auf die darstellende Geometrie der Waldseemüller Weltkarte als Beispiel genauer eingegangen werden (vgl. Abb. 20). In der Neuzeit sind einige Weltkarten – analog zu den Projektionstypen – entstanden, anhand deren sich Darstellungskonventionen ablesen lassen, die sich mittels verschiedener Beispiele aufzeigen liessen. Zum Beispiel anhand einer doppelten Hemisphären-Weltkarte aus Mercators Atlas, einer Typus Orbis Terrarum (Abraham Ortelius' Weltkarte), welche die Welt in einer zusammenhängenden geometrischen Figur darstellt oder an der Waldseemüller-Segmentkarte, welche die Welt in verschiedenen keilförmigen Teilen abbildet. Der Fokus wird hier auf die Waldseemüller Weltkarte (1507) gelenkt, da über die darstellende Geometrie verschiedene Aspekte der Renaissance aufgezeigt werden können. Die Waldseemüller Weltkarte gilt als kartografisches Zeugnis der neuen Welt, da sie als erste Karte den neu entdeckten Kontinent Amerika – den vierten Kontinent – einzeichnete. Diese räumliche Ausdehnung ist klar über die Darstellung der Projektion erkennbar und soll nachkommend aufgezeigt werden.

Genauere Informationen zur Waldseemüller Weltkarte, zur ihrer Überlieferung und zum historischen Kontext ist im 2. Kapitel: Weltkarten und Weltanschauungen, im Abschnitt: 1.3.2. Die Waldseemüller Weltkarte zu finden.

2.3.3 Mathematik der Waldseemüller Projektion

Diese Karte beruht auf der darstellenden Geometrie von Ptolemäus und zeugt daher vom wiederkehrenden Einfluss der antiken Geographie in der Frühen Neuzeit. Die der Waldseemüller Weltkarte zugrunde liegende Projektion ist eine modifizierte Form der zweiten ptolemäischen Projektion (vgl. Abb. 21). Ein erster entscheidender Unterschied zum Entwurf des Ptolemäus besteht lediglich in der Ausdehnung des dargestellten Bereiches.⁴⁰² Waldseemüller hat die ptolemäische Projektion bis auf 90° nördlicher Breite (63° bei Ptolemäus) und ca. 40° südlicher Breite (ca. 16° bei Ptolemäus) erweitert, wodurch die kugelförmige Erde noch besser wiedergegeben wird. In einem zweiten Schritt wird die Längenausdehnung auf 360° ausgedehnt (nur 180° bei Ptolemäus), wobei die ganze Kugeloberfläche an einem Stück dargestellt wird. Diese Modifikation ist von besonderer Relevanz, denn zum einen kann innerhalb der Weltkarte eine Gegenüberstellung der Alten sowie der Neuen Welt geschehen. Dem neu entdeckten Kontinent *America* wird ein klarer Platz auf der Bildebene zugewiesen, der sich bis in die heutigen europäischen Weltkarten gehalten hat. Zum anderen geht Waldseemüller von der ganzen Kugeloberfläche aus, die in einer Ansicht dargestellt wird. Der Gedanke der Projektion, also der Abbildung der Kugeloberfläche in einer Ebene, wird konsequent verfolgt.

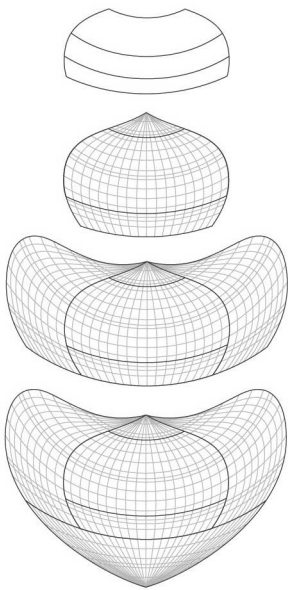


Abb. 21: Three Ways of expanding the World. Snyder (1987, S. 366)

Grundsätzlich repräsentieren Waldseemüller und Ringmann das Gradnetz der zweiten ptolemäischen Projektion. Das Gradnetz ist jedoch nicht nur durch die Längenausdehnung auf 360° und die Nord-Süd-Ausdehnung erweitert. Waldseemüllers Längen- und Breitengrade sind in regelmässigen Abständen dargestellt, während in der ptolemäischen Projektion die Breitengrade mehr und mehr gedrängt abgebildet sind, je weiter sie vom Äquator entfernt sind.⁴⁰³

Die Entdeckung der «Neuen Welt» ist in der Waldseemüller Weltkarte von besonderer Bedeutung, denn zum einen wird der neue Kontinent zum ersten mal nachweislich mit «America» beschriftet – die Waldseemüller Weltkarte gab Amerika also seinen Namen –, zum anderen vereinigt die Weltkarte die aus der Antike überkommene formale Bildkompositionen (ptolemäische Projektion) mit der neuen geographischen Ausgangslage, indem sie die ptolemäische Projektion modifiziert. Durch die Ausdehnung der Erdgeographie und der Anpassung der Län-

402 Lehmann, Ringmann und Waldseemüller (2010). *Die Cosmographiae Introductio Matthias Ringmanns und die Weltkarte Martin Waldseemüllers aus dem Jahre 1507 ein Meilenstein frühneuzeitlicher Kartographie*. S. 110–112

403 Vgl. Kapitel «The Theory of Parallels on the Earth»: S. 89–91. Ebd.

genausdehnung der Projektion konnten neue Gebiete kartografisch festgehalten werden, was in der Waldseemüller Weltkarte durch «America» beispielhaft exemplifiziert wird. Es war die erste Weltkarte, in der Amerika von Wasser umgeben dargestellt wird und die westliche Hemisphäre in etwa nach der heutigen Vorstellung dargestellt wird.⁴⁰⁴

Der Mittelpunkt der Weltkarte von Waldseemüller liegt gleich wie bei der ptolemäische Projektion auf dem gerade dargestellten, mittleren Meridian, der durch Vorderasien führt. Dabei ist – wie auch bei Ptolemäus – zu beachten, dass nur der vertikale Mittelpunkt der Projektion, nicht aber der horizontale Mittelpunkt der Projektion mit dem Bildmittelpunkt korrespondiert, d.h die geografische Bildmitte der Projektion liegt unterhalb der horizontalen Bildmitte des Bildformates. Das im Bildmittelpunkt abgebildete Gebiet ist der Arabische Golf.⁴⁰⁵ Die Nord-Hemisphäre ist flächenmässig grosszügiger dargestellt. Die Waldseemüller Weltkarte repräsentiert die Konvention, der die meisten Weltkarten der Neuzeit unterliegen. Sie ist nach Norden ausgerichtet.

404 Waldseemüller und Hessler (2008). The naming of America Martin Waldseemüller's 1507 world map and the «Cosmographiae introductio», S. 139

405 Lester (2010). Der vierte Kontinent: wie eine Karte die Welt veränderte. S. 66–69

2.3.4 Darstellungskonventionen der Renaissance tabellarisch

In der folgenden Tabelle werden die Renaissance-Weltkarten und ihre Darstellungskonventionen hinsichtlich einiger eben besprochenen Aspekte stichwortartig aufgelistet. Diese tabellarische, stichwortartige Auflistung konnte nur durch eine starke Pauschalisierung der Konventionen erreicht werden. Daher erhebt diese Matrix keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit, d.h. die Charakterisierung trifft nicht auf jede Weltkarte in der entsprechenden Epoche zu, sondern zeichnet lediglich eine Tendenz ab.

PROJEKTION paradigmatischer Begriff	PROJEKTION Beschreibung geometrische Projektion	GRADNETZ	GEOGRAFIE	MITTELPUNKT, AUSRICHTUNG konstruktiv	RAUM- KONSTRUKTION Perspektive konstruktiv
RENAISSANCE allgemein					
Mathematische Darstellung	Bildproportionen in Weltkarten sind durch Projektionen bestimmt Drei bezeichnende Projektionstypen: 1. Die Weltkarten in Zwei-Hemisphä- ren-Weltkarte 2. Die Welt in einer geometrischen Form 3. Die Welt in ver- schiedenen keilför- migen Teilen	Gradnetz sichtbar	Vorwiegend Alte Welt	Mittelpunkt: Horizontale Bild- mitte: Äquator, (oder Äquator unterhalb horizontale Bild- mitte) Vertikale Bildmitte: um Europa Ausrichtung: Nord-Süd	Analog zur Entwick- lung der Perspektive, Entwicklung ver- schiedener Projek- tionen Flucht-punkt/Berüh- rungslinie
RENAISSANCE Waldseemüller Weltkarte					
Mathematische Darstellung	Anwendung einer geometrischen Pro- jektion 3. Die Welt in einer geometrischen Form	Gradnetz sichtbar	Alte Welt und Neue Welt: America	Mittelpunkt: Vorderasien, Arabi- scher Golf Ausrichtung: Nord-Süd	Weiterentwicklung der ptolemäischen Projektion Anwendung von Berührungslinie

2.4 Gegenwart: Generierte Weltkarten

Ohne dass wir es bewusst bemerken, unterliegen auch die heutigen Weltkarten bestimmten Darstellungs-konventionen, die nicht zuletzt durch die zugrunde liegenden Projektionen bestimmt sind. Die gegenwärtigen Weltkarten verfolgen die Darstellungstradition der Renaissance; Weltkarten werden mittels Projektionen mathematisch korrekt abgebildet, wofür eine breite Vielfalt an verschiedenen Projektionen zur Verfügung steht. Wo früher die Herausforderung darin lag, die bekannte Geografie mittels einer mathematischen Lösung möglichst akkurat abzubilden, stellt sich heute eher die Frage, welche Darstellung dem gewünschten Verwendungszweck entspricht und was abgebildet werden soll. Der Verwendungszweck von Weltkarten hat sich durch die technologische Entwicklung stark von analogen hin zu digitalen Anwendungen entwickelt. Ein Beispiel dafür sind Web-Mapping-Services, wobei durch das Zusammenführen von verschiedenen Datenbanken kartografische Produkte erstellt werden: Karten werden generiert. Die Art und Weise von Weltkartendarstellungen wird jedoch nicht durch technisches oder mathematisches Wissen entschieden, sondern durch Darstellungs-konventionen, die unsere Wahlfreiheit unbewusst einschränken. Der Anwendungsbereich heutiger Weltkarten hat sich enorm erweitert, Weltkarten werden in unterschiedlichsten Bereichen verwendet. Grundsätzlich orientieren uns Weltkarten über die Geografie der Welt, wobei die Erdoberfläche mittels ganz unterschiedlicher thematischer Layer dargestellt werden kann. Durch die Satellitenvermessung ist die Geografie detailreich erfasst und die Erdoberfläche kann in vielfältiger Weise mathematisch korrekt abgebildet werden. Thematische Karten verbinden die Basiskarte mit bestimmten Informationen, d.h. geografischen Referenzpunkten werden Informationen (wie z. B. statistische Werte)⁴⁰⁶ zugewiesen, die anhand des kartografischen Basismaterials dargestellt werden.⁴⁰⁷ Dabei werden verschiedene Kartenthemen anhand verschiedener Kartentypen dargestellt (z. B. Basiskarten, Geländekarten, etc., siehe Kartentyp).⁴⁰⁸ Seit den 1970er Jahren wurde mit der Entwicklung der *Geografischen Informationssysteme (GIS)* die Grundlage geschaffen, wobei aus digital gespeicherten Daten Karten erstellt werden können. Das GIS, GIS-Apps und dergleichen, brachten eine Abkehr der bisherigen kartografischen Traditionen: sie ermöglichen es, Weltkarten generativ live zu erstellen, und sind allverfügbar.⁴⁰⁹ Ein GIS ist ein Datenbanksystem, das raumbezogene und geografische Informationen erfasst, speichert und verwaltet und solche und weitere Daten nach bestimmten Parametern darstellen kann.⁴¹⁰ Weiter verhalten sich gegenwärtige Karten nicht

406 Die Möglichkeiten der Verbindung von grafischen Darstellungen und der Abbildung von verschiedenen Informationen werden von Bertin systematisch dargelegt. Dabei zeigt er anhand von Karten auf, wie das Kartenmaterial (Bildfläche, Variablen der zweiten Dimension) mit weiteren Informationen (z. B. weiterer Komponenten, Variable der dritten Dimension) aufgebaut werden kann. Bertin (1967). *Sémiologie graphique les diagrammes - les réseaux - les cartes*.

407 Cauvin, Escobar und Serradj (2010). *Thematic cartography*.

408 Definition Basiskarte und Kartentyp: siehe Glossar.

409 Schramm führt an, dass das GIS Einfachheit, Zugänglichkeit und Unmittelbarkeit ermöglichte, wodurch sich die Verteilung des Wissens änderte. Durch das Aufkommen der Computerkartografie ist es Laien möglich, Karte zu generieren. Vgl. Abschnitt: Geographische Informationssysteme. S. 453–455. Schramm (2012). *Kartenwissen und digitale Kartographie. Technischer Wandel und Transformation des Wissens im 20. Jahrhundert*.

410 Hedwig (2012). *Die Performanz der digitalen Karte*. S. 464

mehr nur statisch, sondern sind interaktiv und ins Web eingebunden.^{411, 412} Durch die vielfältige Anwendung von kartografischem Material ist das Erstellen von Karten nicht mehr ausschliesslich Kartografen vorbehalten. So entstehen beispielsweise in der Visuellen Kommunikation Informationsvisualisierungen oft anhand von Weltkarten.^{413, 414}

2.4.1 Das Generative der gegenwärtigen darstellenden Geometrie

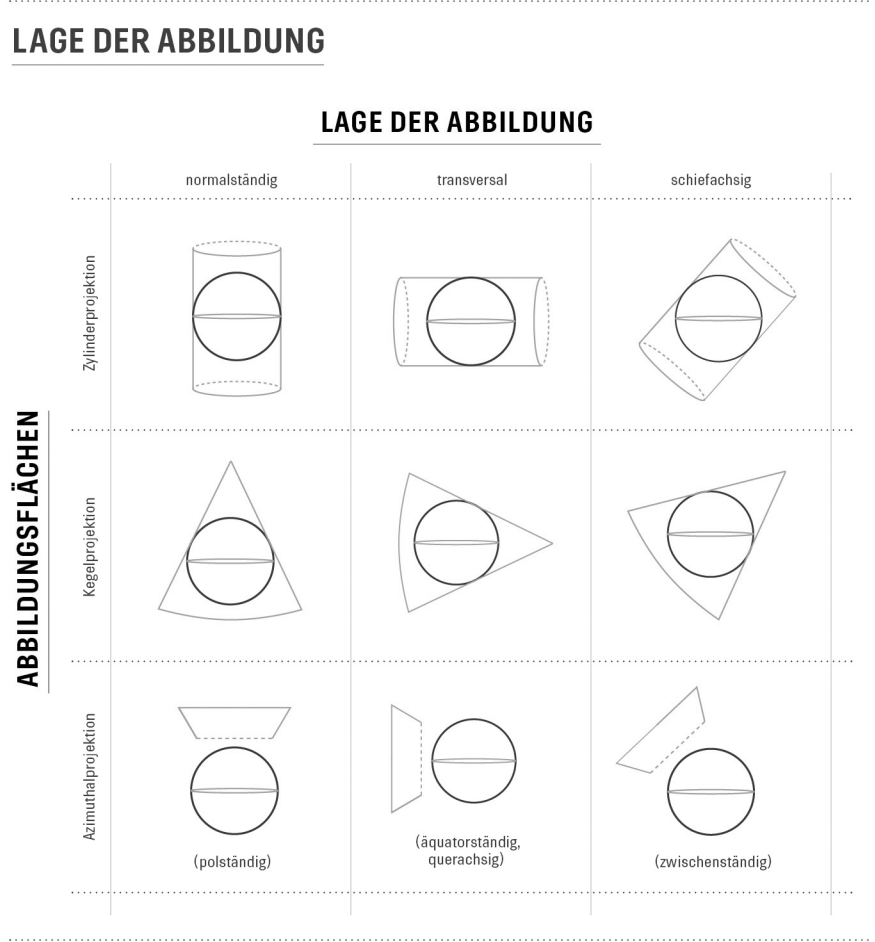


Abb. 22. JMS. Lage der Abbildung. Nach: Hake und Grünreich (1994, S. 56)

411 Gartner (2009). Web Mapping 2.0
412 Krygier und Wood (2010). Making Maps: A visual Guide to Map Design for GIS
413 Vgl. Kapitel «Location» S. 97–208. In: Rendgen und Wiedemann (2012). Information graphics.
414 Rendgen und Wiedemann (2014). Understanding the world. The atlas of infographics.

PROJEKTIONSARTEN

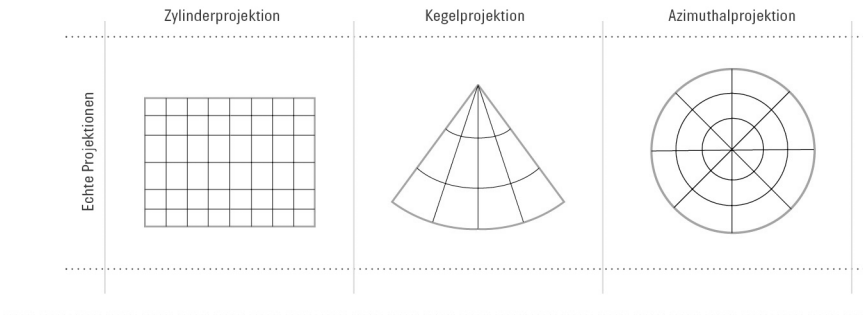


Abb. 23: JMS. Beispiele von Projektionsarten und deren Umrissformen.
Nach: Canters und Decler (1989, S. 29)

Die Bedeutung der Projektion hat sich während der Renaissance sinnngemäss nicht mehr beachtlich geändert. Das gegenwärtige Lexikon der Kartographie Beschreibt den Begriff folgendermassen: «Darstellung des geografischen Koordinatennetzes der Erde oder eines Teils davon in der Abbildungsfläche (Karte) durch eine geometrische Projektion.»⁴¹⁵ In der Literatur wird häufig die Bezeichnung Kartenprojektion grundsätzlich für alle Arten von Kartennetzen verwendet. Die kritiklose Verwendung des Wortes Kartenprojektion sollte vermieden werden, da die meisten Kartennetzentwürfe keine Projektionen im geometrischen Sinne sind.

Die planimetrische Konstruktion von Weltkarten mittels Projektionen ist heute weder mathematisch noch technisch eine Herausforderung. In kartografischen Standardwerken⁴¹⁶ werden Projektionen, ihre Herleitung, ihr Verwendungszweck und ihre charakteristischen Eigenschaften beschrieben. Zylinder-, Kugel- oder Azimutalprojektion und deren mathematische Regeln sowie die entsprechenden Verzerrungseigenschaften wie Längen-, Flächen-, oder Winkelverzerrungen sind dargestellt und als Grundlagenmaterial der Projektionslehre für die Festsetzung von Konventionen massgebend verantwortlich (vgl. auch Übersichtsposter des U.S. Department, Geological Survey⁴¹⁷) (VGL. ABB. 23). Bei konventionellen Weltkartendarstellungen sind verschiedene «Abbildungslagen»⁴¹⁸ anerkannt (VGL. ABB. 22).

Durch die Anbindung von Datenbanken⁴¹⁹ können beliebige Projektionen in Softwareprogramme implementiert werden, oder mittels entsprechender Soft-

415 Bollmann und Koch (2002). *Lexikon der Kartographie und Geomatik* in zwei Bänden, S. 443

416 Vgl. Maling, Robinson, Synder: Maling (1973). *Coordinate systems and map projections*. Robinson (1995). Snyder (1987). *Map projections a working manual*. Snyder (1993). *Flattening the Earth: Two Thousand Years of Map Projections*.

417 Vgl. URL: <http://egsc.usgs.gov/isb/pubs/MapProjections/projections.html>. Stand: 05. 15

418 Bei «Abbildungslagen» spricht man von äquatorständigen, transversalen, querachsigen oder zwischenständigen, horizontalen und schiefachsigen Lagen. Dadurch wird das im Bildmittelpunkt abgebildete geografische Gebiet bestimmt. Wird die Abbildungslage einer Projektion verändert, spricht man jedoch meist von einer «neuen» Projektion, die das im Bildmittelpunkt abgebildete geografische Gebiet genau definiert.

419 Vgl. z. B. D3.js: D3.js is a JavaScript library for manipulating documents based on data. D3 helps you bring data to life using HTML, SVG, and CSS. D3's emphasis on web standards gives you the full capabilities of modern browsers without tying yourself to a proprietary framework, combining powerful visualization [...] <http://d3js.org/>. Stand: 04. 15.

wareprogramme (z. B. Flexprojector,⁴²⁰ Geocart 3, G.Projector⁴²¹ etc.) lassen sich Projektionen für den eigenen Verwendungszweck modifizieren. Seit 2011 können mittels «Flex-Projector» Projektionen verschieden modifiziert werden. Die seit 2012 veröffentlichte Software «Adaptive Composite Map Projection»⁴²² optimiert die Projektionen nach den verwendeten Parametern (Zoomfaktor, Breitengrad etc.) gleich automatisch.⁴²³

Grundsätzlich steht der heutigen Kartografie eine grosse Vielfalt an Projektionen zur Verfügung, die je nach Verwendungszweck auch eingesetzt werden.⁴²⁴ Nichtsdestotrotz entstanden in der Geschichte hinsichtlich Projektionen bestimmte Standardisierungen, durch die wir die Erdoberfläche wiedererkennen, ohne dass wir unsere Sehgewohnheiten verlassen müssen.⁴²⁵ So wurde beispielsweise am fünften Internationalen Geografischen Kongress (IGC) 1891 in Bern ein erster Standardisierungsvorschlag für eine «International Map of the World»⁴²⁶ ins Leben gerufen.⁴²⁷ Obwohl damals Einigkeit über die Notwendigkeit einer Standardisierung herrschte, war man ratlos, wie ein Konsens über bestimmte Spezifikationen gefunden werden könnte. 1909 konnte an der IGC in London eine Standardisierung erreicht werden, die unter anderem auf einer Empfehlung der Projektion basiert: Die «International Map of the World» soll auf einer polykonischen Projektion in einem Massstab von 1:1000000 basieren. Der Nullmeridian wurde auf Greenwich festgelegt und Meter wurde als Einheit der Vermessung bestimmt.⁴²⁸ Das «International Map of the World»-Projekt überlebte als internationales Forschungsprojekt für ein Dreivierteljahrhundert, konnte schliesslich aber den neuen Technologien und Nutzerbedürfnissen nicht mehr standhalten. Als eine der bekanntesten Projektionen wird die Merkatorprojektion immer wieder erwähnt und ist mit der oft genutzten Web Mercator Projection gegenwärtig wieder hochaktuell.⁴²⁹ Die Eigenschaften der Merkatorprojektion (wovon sich die Web Mercator Projection kaum unterscheidet) werden hier kurz dargelegt: Die Merkatorprojektion ist eine winkeltreue Zylinderprojektion. Längen- und Breitengrade sind als gerade Linien abgebildet, wobei die Flächentreue keineswegs gewährleistet ist.⁴³⁰ Sie weist enorme Verzerrungen an den Randregionen auf, wodurch sie sich nicht für Weltkartendarstellung eignet.⁴³¹ Die Landmasse ist je nach Region stark verzogen – so erscheint beispielsweise Grönland, das einem Achtel der Fläche von Südamerika entsprechen würde, viel zu gross. Dazu verläuft der Äquator in Weltkartendarstellungen durch die untere

420 Snyder und Voxland (1989). *An album of map projections*.

421 Vgl. G.Projector. URL <http://www.giss.nasa.gov/tools/gprojector/>. Stand: 04. 15

422 Mehr Informationen unter: www.cartography.oregonstate.edu/demos/AdaptiveCompositeMapProjections/ (Stand: 06. 15)

423 Jenny (2012). *Adaptive Composite Map Projections*.

424 Dabei wird z. B. die Robinsonprojektion als geeignete Projektion für Weltkarten hervorgehoben, sie sei jedoch nicht anwendbar in digitalen Tools. Vgl. Chang (2012). *Introduction to geographic information systems*. S. 29

425 Wagner beschreibt Satellitenbilder der NASA, wobei er aufzeigt, inwiefern diese unsere Darstellungskonventionen in Frage stellen. Hedwig (2012). *Die Performanz der digitalen Karte*. S. 468

426 Die Motivation für die «International Map of the World» wurde aufgrund der damaligen voranschreitenden Globalisierung sowie dem damit verbundenen Handel und dem weltweiten Transport vorangetrieben. Die damaligen Karten waren kaum aufeinander abgestimmt und uneinheitlich. Pearson (2015). *International Map of the World*.

427 Ebd.

428 Ebd.

429 Battersby (2014). *Implications of Web Mercator and its use on online mapping*.

430 Stirnemann (2011). *Projektion – die Grundlage zur Darstellung der Erdoberfläche* S. 15–17

431 Black (1997). *Maps and history: constructing images of the past*. S. 30

Bildhälfte, worauf der nördlichen Hemisphäre mehr Platz eingeräumt wird, d. h. Nordeuropa wird sehr prominent dargestellt.⁴³² Die Merkatorprojektion ist stark kritisiert, und deshalb wird die Merkator-Karte seit einigen Jahrzehnten durch alternative Projektionen ersetzt. Es wurde viel Kritik an der Merkatorprojektion geäußert, zumal viele geeignetere Projektionen zur Darstellung der Welt publiziert und zwischenzeitlich genutzt wurden. Schon in der Renaissance führten Verzerrungen der Randregionen der Merkatorprojektion zu irrtümlichen Konzeptfehlern, im speziellen, wenn diese Projektion als wichtigste Basis der Weltkarte angesehen wurde. So richtete Robinson mit seinem Aufsatz *Rectangular Worldmaps – No Kritik am Einsatz der Merkatorprojektion zur Darstellung von Weltkarten*.⁴³³ Der immense Einfluss der Merkatorprojektion auf unsere Vorstellung der Welt konnte anhand verschiedener Mentalen Weltkarten von Studenten verschiedener Länder der Welt aufgezeigt werden. Aus dieser Studie wurde gefolgert, dass die Merkatorprojektion und der damit verbundene Eurozentrismus unsere Idee der Grössenverhältnisse enorm beeinflussen:

«The mental maps indicate that we live in a Eurocentric World. Not only do these Maps tend to be centred on Europe, but the size of Europe was exaggerated an much greater detail was included for it. This is hardly surprising. The concept of world maps first originated in Europe. The most popular of the world maps used to date, the Mercator projection, tends to exaggerate the size of Europe. Furthermore, in much of the world, the textbooks containing geographic information originate in Europe.»⁴³⁴

In einer späteren Untersuchung wurde zwar dementiert, dass die Merkatorprojektion einen solch grossen Einfluss auf unsere kognitive Weltkarte habe, da die Studierenden beim Erstellen ihrer Mentalen Weltkarte gedanklich nicht nur auf eine Karte Referenz nahmen, sondern die Mentale Weltkarte aus verschiedenen Quellen (Globen, Weltkarten mit unterschiedlichen Projektionen) zusammensetzten.⁴³⁵ Nichtsdestotrotz basierte die Studie auf einer These, wobei die Merkatorprojektion sogar als Vergleichsgrösse herbeigezogen wurde und ihr Einfluss auf Weltkartendarstellungen folgendermassen beschrieben wurde:

«According to critical claims over the past several decades, the most dramatic such influence—some would say insidious—has been that of the Mercator projection. The Mercator projection has been recalled by many as the projection of the world maps hanging on classroom walls, deemed a «master image» and listed as a likely influence in distorting the shape of global-scale cognitive map. This very over- and misused projection during much of the twentieth century radically exaggerates the areas of polar landmasses relative to tropical and subtropical lands and would have a noticeable and distinct influence on the measured shape of cognitive maps—if internalized in an unmodified form.»⁴³⁶

432 Die Studie zeigt auf, inwiefern der nördlichen Hemisphäre tendenziell mehr Platz in Weltkarten zugewiesen wird. Unpublizierte Studie in Arbeit: Stirnemann, Fabrikant und Klingemann (2016). Katalogisierung und Typisierung von Weltkarten: Eine visuelle Analyse von Weltkarten in Schul- und Nationalatlasen.

433 Robinson (1990)

434 Saarinen, Parton und Billberg (1996). *Relative Size of Continents on World Sketch Maps*. S. 46

435 Battersby und Montello (2009). S. 289

436 Ebd. S. 288

Trotz aller Kritik ist die von Gerhard Merkator 1594 entworfene winkeltreue Zylinderprojektion bis heute eine der meist verwendeten Projektionen.

Eine weitere Projektion, die in den letzten Jahren zu Reden gab, ist die Petersprojektion. Der von Arno Peters 1967 veröffentlichte Peters-Projektion liegt ebenfalls eine Zylinderprojektion zugrunde. Die Peters-Projektion ist eine Modifikation der Gall-Projektion, welche die traditionelle Mercator-Ansicht vermittelt.⁴³⁷ Der Entwerfer dieser Projektion, Arno Peters, beschrieb seinen Entwurf als ein «objektives, exaktes [...] Weltbild der Erde»,⁴³⁸ das die Dritte Welt gerechter darstellen würde, wonach internationale Organisationen wie beispielsweise UNICEF und UNESCO die Projektion verwendeten. Die Peters-Projektion entpuppte sich aber bald als grosser Schwindel, den Peters mit populistischen Aussagen rhetorisch geschickt herbeigeführt hatte.⁴³⁹

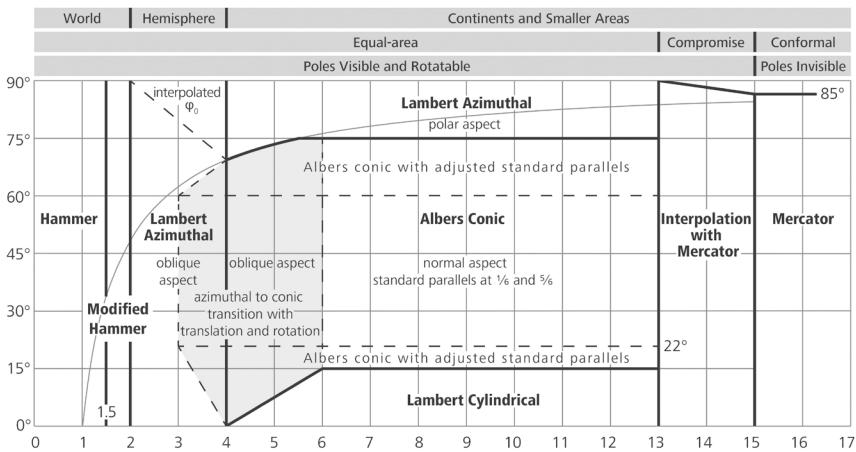


Abb. 24: Die zur Verfügung stehende Auswahl an Projektionen für querformatige Darstellungen. Der Zoomfaktor ist anhand der x-Achse aufgezeigt, die y-Achse bezieht sich auf die Breitengrade vom Äquator bis 90°N. Für die Südhalbkugel muss das Diagramm gespiegelt werden. Jenny (2012, S. 2580)

Aufgrund der immensen Auswirkungen der Merkatorprojektion auf unsere Darstellungskonventionen, wird nun heute die *WebMercatorProjektion* stellvertretend für die Merkatorprojektion in digitalen Anwendungen eingesetzt. Dabei wird sie in verschiedenen Lehrbüchern als selbstverständlicher Standard beim Einsatz in Web-Applikationen erklärt, u.a. da ihre Kompatibilität mit den Google-Anwendungen und Microsoft Virtual Earth gewährleistet ist.⁴⁴⁰ Die unvoreilhaft kartografische Darstellung wird dabei ignoriert. Abhilfe für dieses Problem der Projektionen in Web-Mapping-Services schafft das 2012 veröffentlichte Tool «Adaptive

437 Black (1997). *Maps and Politics*. S. 35

438 Peters (1983). *Die neue Kartografie*.

439 DGFK (1985). *Ideologie statt Kartographie: Die Wahrheit über die "Peters-Weltkarte"*.

440 Chang (2012). S. 31

Composite Map Projections».⁴⁴¹ Diese Anwendung ist eine kluge Alternative zur ungerechtfertigten Verwendung der *Web Mercator Projection* in Web-Mapping-Services, so dass auch die ganze Welt Darstellung nicht durch unvorteilhafte Verzerrungseigenschaften dargestellt wird (VGL. ABB. 24). Die *Composite Map Projections* kombinieren in einem interaktiven Ablauf verschiedene empfohlene Projektionen aufgrund entsprechender Parameter, d.h. die *Composite Map Projection* wechseln die Projektionen in einem Morph, wobei sie an den jeweiligen Zoomfaktor und die entsprechende geographische Lage der dargestellten Region angepasst werden.

Gegenwärtig wird der Raum durch Koordinaten, respektive der kartographische Raum durch Kugelkoordinaten erfasst. Dieses Koordinatensystem ist an die Symmetrie des Raumes, also der Kugel angepasst. Durch die Kenntnis des Erdumfangs sind die Koordinaten zur Vermessung der Erdoberfläche anhand klarer Fixpunkte definiert (entgegen dem Universum): Der Äquator trennt den Globus in die nördliche sowie in die südliche Hemisphäre, er gilt als natürlich bestimmter Ausgangspunkt zur Bestimmung von Breitengraden. Durch die Vereinbarung des Nullmeridians durch Greenwich (ebenfalls Grosskreis) ist der Ausgangspunkt zur Bestimmung der Längengrade gegeben. Durch den Schnittpunkt des Äquators und des Nullmeridians ergibt sich der Ausgangspunkt für unser Vermessungssystem. Dieses Koordinatennetz dient zur Vermessung der Erdoberfläche und wird mittels Projektion dargestellt und auf der Karte gut erkennbar. Anhand der Repräsentation des Gradnetzes können Rückschlüsse auf die Projektion und deren Eigenschaften gezogen werden. In heutigen Karten wird das Gradnetz meist durch feine Linien dargestellt, wodurch sich die Lage eines Ortes genau bestimmen lässt. Weiter lässt sich anhand des Gradnetzes mit seinen Längen- und Breitengraden die dazugehörige Projektion klassifikatorisch verorten, wofür verschiedene Klassifikationsschemata entwickelt wurden (VGL. ABB. 25).⁴⁴² In den USA sind Standardisierungen von Koordinatensystemen bekannt: The Universal Transverse Mercator (UTM) grid system, the Universal Polar Stereographic (UPS) grid system, and the State Plane Coordinate (SPC) system.⁴⁴³

441 Jenny (2012)

442 Maling (1992). Coordinate systems and map projections. S. 142

443 Chang (2012). S. 31

GRADNETZE

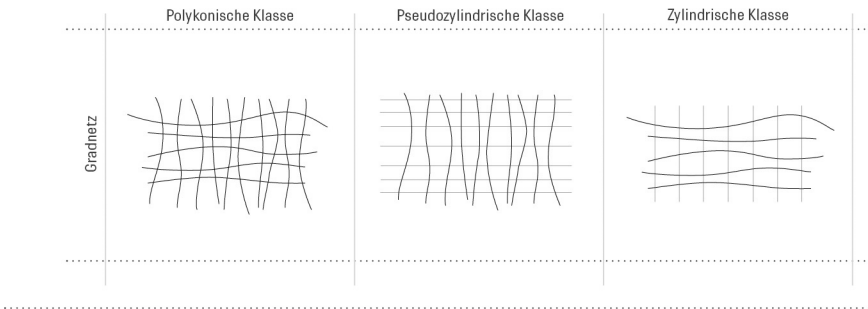


Abb. 25: JMS. Illustration. Beispiele von Gradnetzten in verschiedenen Klassen.
Nach: Hake und Grünreich (1994, S. 28). Nachgezeichnet von JMS

- Polykonische Klasse: Die Längengrade und Breitengrade sind gekrümmt.
- Pseudozylindrische Klasse: Die Längengrade sind parallele Geraden zum Äquator, die Breitengrade sind gekrümmt.
- Zylindrische Klasse: Die Längengrade und Breitengrade sind gradlinig.
Diese Klasse umfasst alle Zylinderprojektionen.

Die Geografie ist spätestens seit der Erfassung der Erdoberfläche durch Erdsatelliten sehr genau vermessen. Selbst die Landesvermessung bedient sich satellitengestützter Messungen (Global Positioning System – GPS). Die Satellitenvermessung ist seit den 1960er Jahren in Entwicklung. Heutzutage wird mittels GPS die Erdoberfläche in einer sehr hohen Genauigkeit erfasst, weisse Flecken sind kaum noch vorhanden. Dabei stellt sich nicht mehr nur die Frage nach der Geophysik, selbst Geoobjekte können über Karten ausfindig gemacht werden. Sucht man eine genaue Adresse, ein Restaurant oder eine Tankstelle, kann man dies über Karten ausfindig machen. Beliebige Fragestellungen mit räumlichem Bezug können über digitales Kartenmaterial beantwortet werden. Es ist also nicht mehr rein die Geophysik, die über Weltkarten erschlossen werden soll, sondern jegliche Objekte sind georeferenziert und kartiert.

Die Erdoberfläche kann des weiteren mittels Luftbild- und Satellitenaufnahmen dargestellt werden, wobei die Luftbilder (also Rasterdaten) ergänzend über eine Vektorkarte gelegt werden. Die Luftaufnahmen werden geografisch verortet und anhand von Höhenmodellen neu berechnet.⁴⁴⁴ Aus diesem Prozess resultieren Orthofotos, die in einem aufwändigen Verfahren entzerrt (respektive verzerrt) und einer Bildbearbeitung unterzogen werden.⁴⁴⁵

Betrachtet man die Kugeloberfläche als rein geometrischen Körper, kann ihr kein Bildmittelpunkt zugewiesen werden. Betrachtet man die Kugel als Globus und somit die Erdoberfläche, ist die Perspektive, aus der sie betrachtet wird nicht

444 Kirchner und Bens (2010). Google Maps Webkarten einsetzen und erweitern, S. 26

445 Orthofoto: ist in der Fotogrammetrie ein durch Differentialentzerrung bzw. digitale Entzerrung gewonnenes analoges (fotografisches) bzw. digitales entzerrtes Bild, das in guter Näherung einer Orthogonalprojektion des abgebildeten Teils der Erdoberfläche entspricht. Bollmann (2001). Lexikon der Kartographie und Geomatik in zwei Bänden. S. 201

eindeutig. Bezieht man sich auf die Lage der Erde im Universum, ist die Ekliptik⁴⁴⁶ sowie der Äquator hinsichtlich eines geografischen Zentrums auf der Erdoberfläche von geophysischer Bedeutung. Die Bestimmung des Nullmeridians durch Greenwich ist jedoch eine rein kulturelle Bestimmung und nicht entstanden aufgrund einer geophysischen Herleitung. Das im Mittelpunkt abgebildete Gebiet ist demnach nicht nur durch geophysische Gegebenheiten bestimmt, sondern vorwiegend durch die gegenwärtigen Konventionen: In einer Studie kann aufgezeigt werden, dass Weltkarten in Schul- und Nationalatlanten der letzten 50 Jahre durch bestimmte Darstellungskonventionen hinsichtlich des im Bildmittelpunkt abgebildeten geografischen Zentrums eine bestimmte Tendenz aufweisen. Dabei werden die Schul- und Nationalatlanten aufgrund verschiedener Aspekte untersucht (wie etwa die Vollständigkeit der Abbildung, die Form und Lage des Äquators, das im Bildmittelpunkt abgebildete Zentrum, etc). Anhand dieser Untersuchung kann eine Typisierung der Weltkarten erreicht werden, wonach Aussagen zu Konventionen in Weltkarten hinsichtlich der Zentrierung und den damit verbundenen Bildproportionen gemacht werden können.⁴⁴⁷ Obwohl die technischen Möglichkeiten für eine flexible Abbildung des geografischen Zentrums im Bildmittelpunkt gegeben wären, findet man neben einigen Einzeldarstellungen (wie z. B. polständige Abbildungen) nur sporadisch solche Darstellungsprinzipien. In den 1940er Jahren legte Fuller mit der Dymaxion-Weltkarte ein design-wissenschaftliches Darstellungsprinzip zur Abbildung von Weltkarten vor.⁴⁴⁸ Die Mittelpunktverschiebung ist dabei flexibel, allerdings wird diese nur für die Dymaxionsgeometrie beschrieben und lässt sich nicht auf andere Projektionen beziehen. In einer weiteren Studie wurde die Mittelpunktverschiebung anhand der Briesemeister-Equal-Area Projektion und einer Azimuthal-Equidistant-Projektion in einem kartografischen Fachmagazin aufgezeigt.⁴⁴⁹ Die Software «G.Projector» stellt verschiedene Projektionen zur Verfügung, wobei das geografische Zentrum horizontal entlang dem Äquator verschoben werden kann. Eine beliebige Wahl des geografischen Zentrums ist jedoch nur bei der Software Geocart⁴⁵⁰ möglich. Die gegenwärtigen gedruckten⁴⁵¹ und digitalen Weltkarten⁴⁵² sind mehrheitlich nach Nord-Süd ausgerichtet. Diese Tendenz wird durch das Web-Mapping und den Einsatz der *Web-Mercator*-Projektion bestärkt, da Norden in jedem Punkt der Karte oben liegt, d.h. die Ausrichtung bleibt konstant.⁴⁵³ In einigen prominenten Beispielen des letzten Jahrhunderts tauchen jedoch einige Ausnahmen hinsichtlich der Nord-Süd-Ausrichtung auf: Das Darstellungsprinzip der Dymaxionsprojektion ermöglicht eine flexible Ausrichtung, hat sich aber nicht als Darstellungsprinzip manifestieren können. Die im Jahre 1973 erschienene *McArthur's Universal Corrective Map of the World* ist eine nach Süden ausgerichtete Zylinderprojektion. Sie zeigt die konventionelle Weltkarte auf dem Kopf stehend, wodurch Australien eine prominentere Position im Format zu-

446 Definition Ekliptik: siehe Glossar.

447 Siehe Studie im Anhang: Typisierung von Weltkarten.

448 Edmondson und Fuller (1987). *A Fuller explanation the synergetic geometry of R. Buckminster Fuller*.

449 Monmonier (1991). *Centering a Map on the Point of Interest*.

450 Mehr Informationen unter: www.mapthematics.com (Stand: 06. 15)

451 Vgl. Studie im Anhang: Typisierung von Weltkarten. Abschnitt: Visuelle Analyse.

452 Bei der gängigen Geo-Software sind Weltkarten nach Nord-Süd ausgerichtet. Vgl. G.Projector, Google Maps, Flex-Projector, Interaktiver Schweizerischer Weltatlas etc.

453 Battersby (2014). *Implications of Web Mercator and its use on online mapping*. S. 89

kommt.⁴⁵⁴ Die Weltkarte war wahrscheinlich deshalb ein so grosser Erfolg, da sie die Konventionen der Nord-Süd Ausrichtung mit ihrer Süd-Nord-Ausrichtung in Frage stellte. Ein weiteres Beispiel aus dem Jahr 1972 bezeugt, inwiefern wird der Konvention der Nord-Süd-Ausrichtung unterliegen: am 7. Dezember 1972 ging das Foto der Apollo-17-Rakete um die Welt. Abgebildet war die Blue Marble – der Blaue Planet, der ohne die Sichel der Nachtzonen abgebildet wurde. Der kreisrunde Körper zeigt das Blau der Meere und darauf das wirbelförmige Weiss der Wolken über Afrika und der Antarktis.⁴⁵⁵ Die Aufnahme entstand kopfüber, der Nordpol kam unten und der Südpol oben im Format zu liegen. Um die Orientierung jedoch zu gewährleisten, wurde die Aufnahme um 180° gedreht, damit die Aufnahme für den Betrachter nicht zu augenfremd wurde.

Obwohl die Ausrichtung der derzeitigen Web-Maps grundsätzlich nach Norden standardisiert ist, sind weitere zwei verschiedene Ausrichtungs-Typen gängig: die automatische und die Nutzer-kontrollierte Ausrichtung der Karte.⁴⁵⁶ Die automatische Ausrichtung der Karten wird nicht durch den User bestimmt, sondern die Karte richtet sich je nach Position des Gerätes entsprechend aus. Dabei wird allerdings empfohlen, dass die Ausgangsposition eine nach Norden ausgerichtete Karte sein solle, da sich die Konventionen durch das Web-Mapping nicht geändert hätten und die Mehrheit der Menschen vermuten würden, dass sich Norden oben befinde.⁴⁵⁷

Die Tendenz der Rationalisierung des Raumes, ist mit der Entstehung der Perspektive seit der Renaissance erhalten geblieben. Noch immer bezieht sich unsere heutige Konstruktion der Perspektive auf die Erklärungen Leone Battista Albertis in Della Pittura aus dem Jahre 1435. Die Methode, einen Körper auf einer zweidimensionalen Bildfläche abzubilden, hat sich seither nicht revolutionär geändert. Wir gehen von unserer Seherfahrung aus, bei der die tatsächlich in die Bildtiefe laufenden Parallelen in einem weit entfernten Punkt – dem Fluchtpunkt – zu konvergieren scheinen.⁴⁵⁸ Für unseren Seheindruck laufen die Ränder einer schnurgeraden Allee zusammen, obwohl sie in Wirklichkeit parallel zueinander stehen. Die mathematische Konstruktion dieses projektiven Verfahrens ist derzeit keine Herausforderung mehr. Vielmehr stellen sich gegenwärtig Fragen, die sich auf die perspektivischen Ansichten des Individuums beziehen, die beim Betrachten respektive Erstellen von Bildern eingenommen werden. Ein Bild wird durch einen individuellen Sehraum konstruiert. Eine perspektivische Darstellung wird also immer auf eine Sichtweise eines Individuums zurückgeworfen.

Solche Fragen der Perspektive treibt auch die Kartografie um. Das 1972 veröffentlichte Bild der «Blue Marble» – des blauen Planeten – veranschaulicht eine völlig neue Perspektive auf die Welt. Dieses Foto zwingt den Rezipienten, den Blick von ausserhalb der Erdoberfläche einzunehmen. Der Blick wird von «oben» res-

454 Der australische Autor Stuart McArthur beabsichtigte durch die Drehung der Ausrichtung eine gerechtere Weltansicht für Australien zu erreichen. Neben der Änderung der Ausrichtung verläuft auch nicht der Nullmeridian durch den vertikalen Bildmittelpunkt, sondern Australien liegt in der vertikalen Bildmitte der Abbildung.

455 Bredekamp (2011). *Blue Marble. Der Blaue Planet*, S. 367–375

456 Vgl. *Map Rotation Interfaces*. S. 41. Muehlenhaus (2014). *Web cartography map design for interactive and mobile devices*.

457 Ebd. S. 41

458 «Per fenestram» – Räume wie durch ein Fenster gesehen. In: Bering und Roach (2008). *Raum: Gestaltung, Wahrnehmung, Wirklichkeitskonstruktion*. S. 284

pektive von ausserhalb unserer irdischen Sphäre auf die Erde gerichtet. Diese extra-terrestrische Perspektive verkörperte die Umpolung der Blickrichtung, wobei die Rede ist von dem «markantesten Ereignis in der Geschichte der Weltbilder».⁴⁵⁹ Betrachtet man die Erdkugel aus dem Universum, ist der Raum nicht mehr durch die Ordnung der irdischen Koordinaten, sondern durch geografische Referenzpunkte (wie bspw. durch den Äquator) bestimmt.⁴⁶⁰ Der Raum ist unendlich nach allen Seiten, ein oben und unten ist nicht zu definieren.

Die Perspektive in Weltkarten wird – wie schon in der Renaissance – durch die Verwendung einer Projektion mathematisch korrekt hergeleitet. Der eingenommene Standpunkt (Blickpunkt) hat sich seit der Renaissance nicht gross weiterentwickelt, obwohl sich solche ungewohnten Perspektiven anhand verschiedener gegenwärtiger Beispiele erleben lassen (wie z. B. Google Earth). Die Adaption der verschiedenen Perspektiven auf die Darstellung von Weltkarten geschah kaum.

2.4.2 Die Google-Maps Weltkarte

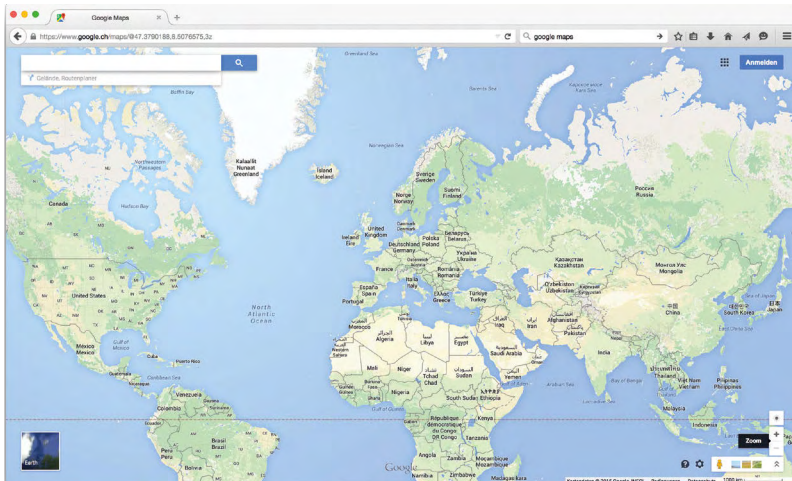


Abb. 26: Bildschirmfoto von Google Maps. Screenshot (Stand: 06. 14)

Im Anschluss an die Ausführungen zu den gegenwärtigen Konventionen, soll nun anhand von Google Maps die darstellende Geometrie genauer betrachtet werden. Natürlich ist es noch zu früh, Google Maps abschliessend in der Geschichte der Kartografie einzuordnen und zu beurteilen. Hier eignet sich Google Maps als exemplarisches Beispiel für gegenwärtige Weltkartenabbildungen aufgrund folgender Punkte:

459 Bredekamp (2011). *Blue Marble. Der Blaue Planet*. S. 372

460 Betrachtet man die Erde innerhalb unserer Galaxie, wäre es eine Idee, die Sonne als Mittelpunkt des Raumes zu betrachten und die Ekliptik als «neuen Äquator», also als eine Ebene der Referenz zu begreifen.

1. Google Maps bildet nicht ausschliesslich Weltkarten ab, sondern auch regionale Abbildungen. Die ganze Welt wird nur abgebildet, wenn man ganz aus der Karte herauszoomt (vgl. ABB. 26). Da Google Maps jedoch die ganze Geografie umfasst und darzustellen vermag, vermittelt die Anwendung ein Gesamtbild der Erde. Weiter zeugt die Anwendung von einer Variationsbreite von möglichen geografischen Gebietsausschnitten, die auf interaktive Weise generiert werden können. Diese Interaktivität der Anwendung zeugt von der Aktualität von Google Maps und ihrer multimedialen Verwendung.
2. Google Maps ermöglicht Kartennutzenden das Generieren von Karten, ohne dass sie sich fachspezifische, kartografische Software anschaffen müssen. Das Tool ist frei zugänglich und erlaubt, Karten aus Datensätzen für den persönlichen Verwendungszweck zu generieren.⁴⁶¹ Die Anwendung ist also nicht nur Fachpersonal – also Kartografen – vorbehalten. Google Maps repräsentiert die neue Tendenz zur «Demokratisierung der Kartografie», die sich durch ihre Digitalisierung ergeben hat. Die Anwendung ist mit Google Earth die weltweit beliebteste geospatiale Software.
3. Google Maps ist ein exemplarisches Beispiel für die Visualisierung von raumbezogenen Daten mittels GIS, das den persönlichen und sozialen Gebrauch von kartografischen-Tools aufzeigt.⁴⁶² Google Maps exemplifiziert die Einbindung von fotorealistischen Abbildern der Erde, also von Satelliten- und Luftaufnahmen. Diese Ausgangslage wird oft als Grundlagenkarte für die Visualisierung in verschiedenen Web-Anwendungen implementiert. Dadurch können verschiedene kompatible Datenlayer zusammengeführt werden (Mashups⁴⁶³).
4. Google Maps basiert auf der *Web-Mercator-Projektion*, deren Verwendung zum Standard in interaktiven Anwendungen geworden ist und an dieser Stelle kritisch hinterfragt werden soll.

Genauere Informationen zur Google-Maps Weltkarte zur ihrer Überlieferung und zum historischen Kontext ist im 2. Kapitel: Weltkarten und Weltanschauungen, im Abschnitt: 1.4.2. Die Google-Maps Weltkarte zu finden.

461 Günzel und Historisch-kulturwissenschaftliches Forschungszentrum (Mainz; Trier) (2012). *KartenWissen: Territoriale Räume zwischen Bild und Diagramm*. S. 455

462 Hedwig (2012). *Die Performanz der digitalen Karte*. S. 472

463 Mashups: bezeichnet das Zusammenführen verschiedener bereits bestehender Datensätze, woraus sich neue Inhalte erstellen lassen.

2.4.3 Das Generative der Google-Maps Projektion



Abb. 27: Hier ist die Web-Mercator und die Merkatorprojektion überlagert, wobei in diesem Massstab die Formen identisch erscheinen. Battersby (2014, S. 3)

Google Maps beruht auf der Web-Mercator-Projektion, deren darstellende Geometrie sich nur durch feine mathematische Unterschiede von der Merkatorprojektion unterscheidet, die von Auge kaum wahrnehmbar sind (vgl. Abb. 27).⁴⁶⁴ Die heute im Web meist verwendete Projektion orientiert sich also erstaunlich genau an der vor ca. 500 Jahren entwickelten Merkator-Projektion. Die modifizierte Merkatorprojektion – also *Web Mercator* – ist gegenwärtig in Web-Applikationen der neu gesetzte Standard. Die Web-Mercator-Projektion schliesst jedoch an den kritischen Diskurs der Merkatorprojektion an: Trotz der vielen zweckwidrigen Verwendungszwecke bleibt die Merkatorprojektion eine der bedeutsamsten Projektionen der historischen Entwicklung der Kartenprojektionen.⁴⁶⁵ Die Web-Mercator-Projek-

tion hat neben einigen technischen Vorteilen die Eigenschaft, dass sie bei jeder Bildverschiebung und bei jedem Zoom in jeder Region, an jedem Ort und in jedem Zoomfaktor anwendbar ist.

Hinterfragt man den Einsatz der Web-Mercator-Projektion jedoch vom Standpunkt der kognitiven, pädagogischen oder der gestalterischen Perspektive, wird sie, wie die «normale» Merkatorprojektion, aus denselben Gründen aufs schärfste kritisiert (vgl. oben Merkatorkritik). Daher erstaunt auch, dass man in Google Maps sowie in vielen anderen digitalen Anwendungen nicht auf die ganze Vielfalt der Projektionen zurückgreift, sondern die winkeltreue Abbildung bevorzugt, da sie die Formgebung der Landmasse beim Heranzoomen wiedergeben kann. Weiter wird die Web-Mercator-Projektion verwendet, da die Herleitung der Projektion auf einer Kugel und nicht auf einem Sphäroid beruht, wodurch die Berechnungen vereinfacht werden.⁴⁶⁶ Durch die Verwendung der Web-Mercator-Projektion in Google Maps (und auch in Google Earth) durch Google Inc. hat sich diese Projektion als Standard-Projektion in Web-Applikationen festgesetzt. Dieser Standard wird mehrfach beschrieben, so etwa in einem «Standardization Document» der National Geospatial- Agency (NGA).⁴⁶⁷ Darin wird dargelegt, dass die meisten Internet-

464 Battersby zeigt auf, inwiefern sich die Web Mercator von der Merkatorprojektion unterscheidet. Vgl. Battersby (2014). *Implications of Web Mercator and its use on online mapping*. S. 86–88

465 Snyder (1993). *Flattening the Earth: Two Thousand Years of Map Projections*. S. 60

466 Die Berechnung komplizierter Algorithmen führt aus technischen Gründen in interaktiven Anwendungen zu Performance-Problemen.

467 Die NGA ist ein Department unter dem Verteidigungsministerium der USA und beschreibt sich selbst wie folgt: «The National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) delivers world-class geospatial intelligence that provides a decisive advantage to policymakers, warfighters, intelligence professionals and first responders. [...] NGA is the lead federal agency for GEOINT and manages a global consortium of more than 400 commercial and government relationships. The director of NGA serves as the functional manager for GEOINT, the head of the National System for Geospatial Intelligence (NSG) and the coordinator of the global Allied System for Geospatial Intelligence (ASG). In its multiple roles, NGA receives guidance and oversight from DOD, the Director of National Intelligence (DNI) and Congress.» URL: <https://www.nga.mil/About/Pages/Default.aspx> (Stand: 07. 2015)

anwendungen, d.h. kommerzielle sowie OpenSource-Anwendungen, die Web-Mercator-Projektion verwenden.⁴⁶⁸ Dass eine staatliche Behörden der USA eine solche Empfehlung ausspricht ist doch erstaunlich, zumal sich verschiedene Fachexperten gegen die Verwendung der Merkator-Projektion respektive jetzt der Web-Mercator-Projektion ausgesprochen haben. Die technologische Errungenschaft des privaten Konzerns Google scheint mehr Einfluss auf staatliche Richtlinien zu haben als Empfehlungen von Expertenkommissionen, wie z. B. der National Geographic Society oder der International Cartographic Association. Daher sind auch keine kritischen Anmerkungen zur Web-Mercator-Projektion in der Empfehlung aufzufinden, die Beschreibung bezieht sich eher auf eine Standardisierungsbestimmung technischer Grundlagen, welche einerseits die Web-Mercator-Projektion mathematisch beschreibt, andererseits die Kompatibilität der Web-Mercator-Projektion hinsichtlich verschiedener Web-Anwendungen aufzeigt. So basiert die Web-Mercator-Projektion beispielsweise auf dem WGS 84, dem World Geodetic System 1984, auf dem auch das GPS (Global Positioning System) aufbaut. Dieses System ermöglicht eine einheitliche Positionierung auf der Erdoberfläche.⁴⁶⁹ Google Maps und somit auch ihre darstellende Geometrie – Web-Mercator – wird also von vielen digitalen Anwendungen als Grundlage genutzt, die durch thematische Layer ergänzt werden und somit Informationen zusammenführen und darstellen können.

Das Gradnetz in Google Maps ist in nur partiell sichtbar (z. B. durch den Äquator), es ist aber klar, dass die Erdoberfläche nach dem Koordinatensystem eingeteilt ist. So ist auch jeder Punkt den man auf Google Maps anwählt durch Koordinaten beschrieben. Dabei werden die Koordinaten analog zu einem Rastersystem durch den x- und y-Achsenwert beschrieben. Dabei wird ausgehend vom Äquator alles unterhalb des Äquators mit einer negativen Nummer respektive oberhalb des Äquators mit einer positiven Nummer beschrieben. Als Pendant zum Äquator gilt der Nullmeridian als Ausgangspunkt zur Vermessung, wobei alles ostwärts des Nullmeridians mit einer positiven Nummer und alles westwärts mit einer negativen Nummer beschrieben wird.⁴⁷⁰

Trotz der technischen Errungenschaften ist es der Merkatorprojektion nicht möglich, die vollständige Geografie darzustellen. Genau genommen ist die Merkatorweltkarte keine Weltkarte, da sie nie die ganze Erdoberfläche abbildet: die Pole können nicht vollständig dargestellt werden, da die Projektion bis ins Unendliche reicht und sich die Pole daher ins Unendliche erstrecken.⁴⁷¹ Google ist jedoch im Besitz der Daten, mittels derer die darstellbare Geophysik akkurat abgebildet werden kann. Mehr noch, Google Maps bietet verschiedene Ansichten der Geophysik an. Für die Ansicht der Erdoberfläche stehen beispielsweise Luft- und Satellitenaufnahmen zur Verfügung, wofür Orthofotos eingesetzt werden.⁴⁷² Ihre Genauigkeit und Aktualität sind jedoch sehr unterschiedlich; vorwiegend können Industriestaaten durch Luft- und Satellitenaufnahmen auf dem aktuellen Stand dargestellt

468 (NGA) (2014). Implementation Practice. Web Mercator Map Projection. (Stand: 10. 2015)

469 Svennerberg (2010). *Beginning Google maps API 3*. S. 4

470 Ebd. S. 4–5

471 Black (1997). *Maps and Politics*. S. 30

472 Kirchner und Bens (2010). *Google Maps Webkarten einsetzen und erweitern*. S. 26–27

werden. Weiter sind sogar Streetview-Ansichten möglich, und die letzten weissen Flecken, nämlich das Innere von Flughäfen und Einkaufszentren, ist mit dem neuen Dienst von Google, den «Indoor Maps», auch erkundet.⁴⁷³

Grundsätzlich ist zu beachten, dass sich der Mittelpunkt – wie bei jeder kartografischen digitalen Applikation – je nach Zoomfaktor ändert. Betrachtet man in Google Maps eine Weltkarte, wird der Mittelpunkt der Karte meist nach dem Standort des Users ausgerichtet: der User wird über seine IP-Adresse lokalisiert, wonach die Weltkarte auf seinen Standort zentriert wird. Das heisst, ruft man «maps.google.ch» auf, ist die Karte auf die Schweiz ausgerichtet, ruft ein Franzose «maps.google.fr» auf, ist Google Maps auf Frankreich zentriert. Diese Zentrierung geschieht nur über entsprechende Bildausschnitte. Das konstruktive Zentrum der Google-Maps Weltkarte (also wenn man soweit als möglich aus der Karte herauszoomt), welches von der Projektion verursacht wird, orientiert sich an der Berührungslinie «Äquator». Demzufolge ist es beispielsweise nicht möglich, die Antarktis flächentreu und nicht am unteren Bildrand zu betrachten. Die Google-Maps Karte ist grundsätzlich nach Norden ausgerichtet. Nutzt man die Anwendung auf mobilen Geräten wie beispielsweise auf dem Mobiltelefon, kann von einer Nutzer-kontrollierten Ausrichtung Gebrauch gemacht werden. Diese Funktion wird beispielsweise beim Verfolgen einer vorgegebenen Route verwendet.

473 Schneider (2015). Das Kartenhaus: Wie Google innerhalb von nur zehn Jahren zur Grossmacht der Kartographie aufstieg. S. 15

2.4.4 Darstellungskonventionen der Gegenwart tabellarisch

In der folgenden Tabelle werden die gegenwärtigen Weltkarten und ihre Darstellungskonventionen hinsichtlich einiger eben besprochenen Aspekte stichwortartig aufgelistet. Es ist klar, dass diese stichwortartige Darstellung der Konventionen nur durch eine starke Pauschalisierung erreicht werden konnte. Daher erhebt diese Matrix keinen Anspruch auf die Charakterisierung jeder Weltkarte in der entsprechenden Epoche, sondern zeichnet lediglich eine Tendenz ab.

PROJEKTION paradigmatischer Begriff	PROJEKTION Beschreibung geometrische Projektion	GRADNETZ	GEOGRAFIE	MITTELPUNKT, AUSRICHTUNG konstruktiv	RAUM- KONSTRUKTION Perspektive konstruktiv
GEGENWART allgemein					
Generierte Darstellung	Viele verschiedene Projektionen vorhanden Unterteilt in drei Projektionstypen: 1. Zylinderprojektion 2. Kegelpjektion 3. Azimutalprojektion Verschiedene Abbildungslagen Projektionen unterliegen bestimmten soziokulturell geprägten Standardisierungen	Gradnetz sichtbar (Koordinatennetz) Gradnetz schafft Fixpunkte zur Vermessung der Erde	Erdoberfläche ist vollständig vermessen (GPS) Luft- und Satellitenbilder	Mittelpunkt: Meist am Äquator (obwohl verschiedene Zentren in Projektionen bekannt) manchmal polständig) Ausrichtung: Nord-Süd	Analog zur perspektivischen Konstruktion, konstruiertes perspektivisches Verfahren: Projektion (und auch Modifikationen: Kartennetzentwürfe)
GEGENWART Google Maps					
Generierte Darstellung	Web-Mercator-Projektion basiert auf einer Zylinderprojektion Web-Merkator-Projektion definiert horizontale Bildmitte und somit die Abbildungslage	Bestimmte Referenzlinien (Breitengrad) sichtbar: Äquator	Erdoberfläche ist vollständig vermessen (GPS) Luft- und Satellitenbilder	Mittelpunkt: Horizontal Äquator Vertikal: User-orientiert Ausrichtung: Nord-Süd	Perspektivische Konstruktion durch Projektion

2.5 Zusammenfassung «Weltkarten und ihre Geometrie»

In der folgenden Tabelle werden die Darstellungskonventionen über die Geschichte hinsichtlich der oben besprochenen Aspekte stichwortartig aufgelistet. Es ist klar, dass diese stichwortartige Darstellung der Konventionen nur durch eine starke Pauschalisierung erreicht werden konnte. Daher erhebt diese Matrix keinen Anspruch auf eine Allgemeingültigkeit von Weltkarten in der entsprechenden Epoche, sondern zeichnet lediglich eine Tendenz ab. Mit dieser pauschalen Auflistung wird eine Rekonstruktion der Darstellungskonventionen angestrebt, die unsere heutige Darstellungsweise massgeblich beeinflussen. Weitere Darlegungen und Vergleiche dazu sind unterhalb der Tabelle ausgeführt.

PROJEKTION paradigmatischer Begriff	PROJEKTION Beschreibung geometrische Projektion	GRADNETZ	GEOGRAFIE	MITTELPUNKT, AUSRICHTUNG konstruktiv	RAUM- KONSTRUKTION Perspektive konstruktiv
ANTIKE allgemein					
Hinwendung zur systematischen Darstellung Systematische Einteilung der Erdoberfläche	Vereinzelte systematisch-konstruierte Projektionen Rechteckige Projektionen mit geradlinigem Gitternetz und ptolemäischer Projektion	Erste sichtbare Gradnetze Konstruktion aufgrund einiger geografischer Fixpunkte	Vorstellung der Ökumene: O: Kaukasus W: Pyrenäen N: nördliche Ufergebiete S: äthiopische Hochländer	Mittelpunkt: Vorderasien Ausrichtung: Nord-Süd	Näherungskonstruktion
ANTIKE Ptolemäische Weltkarte					
Systematische Darstellung Insgesamt drei konstruierte Ptolemäischen-Projektionen	Projektion gründet auf einem konstruktiven Verfahren Entwicklung verschiedener Projektionsentwürfe mit entsprechender Konstruktionsanleitung	Sichtbares Gradnetz Systematisches, symmetrisches Gradnetz	Ökumene mit Längenausdehnung von 180°, 63° nördliche Breite, 16° südliche Breite	Mittelpunkt: Vorderasien Ausrichtung: Nord-Süd	Perspektivische Abbildung
MITTELALTER allgemein					
Schematische Darstellung	Verschiedene Schemata zur Gliederung der Bildproportion: Zonenkarten: (Macrobius) T-O-Schema: (Isidor von Sevilla) «Transitionale Weltkarte» Viergeteilte Weltkarte	Kein Gradnetz sichtbar	Ökumene Drei Kontinente der klassischen Welt: Asien, Europa, Afrika	Mittelpunkt: Vorwiegend Jerusalem Ausrichtung: Meist nach Osten	Über- und Nebeneinander, keine Anwendung der Perspektive
MITTELALTER Ebstorfer Weltkarte					
Schematische Darstellung	Gliederung durch T-O-Schema	Kein Gradnetz sichtbar	Ökumene	Mittelpunkt: Jerusalem Ausrichtung: Osten	Über- und Nebeneinander, keine Anwendung der Perspektive

RENAISSANCE allgemein					
Mathematische Darstellung	Bildproportionen in Weltkarten sind durch Projektionen bestimmt Drei bezeichnende Projektionstypen: 1. Die Weltkarten in Zwei-Hemisphären-Weltkarte 2. Die Welt in einer geometrischen Form 3. Die Welt in verschiedenen keilförmigen Teilen	Gradnetz sichtbar	Vorwiegend Alte Welt	Mittelpunkt: Horizontale Bildmitte: Äquator, (oder Äquator unterhalb horizontale Bildmitte) Vertikale Bildmitte: um Europa Ausrichtung: Nord-Süd	Analog zur Entwicklung der Perspektive, Entwicklung verschiedener Projektionen Flucht-punkt/Berührungslinie
RENAISSANCE Waldseemüller Weltkarte					
Mathematische Darstellung	Anwendung einer geometrischen Projektion 3. Die Welt in einer geometrischen Form	Gradnetz sichtbar	Alte Welt und Neue Welt: America	Mittelpunkt: Vorderasien, Arabischer Golf Ausrichtung: Nord-Süd	Perspektivische Abbildung
GEGENWART allgemein					
Generierte Darstellung	Viele verschiedene Projektionen vorhanden Unterteilt in drei Projektionstypen: 1. Zylinderprojektion 2. Kegelprojektion 3. Azimutalprojektion Verschiedene Abbildungslagen Projektionen unterliegen bestimmten soziokulturell geprägten Standardisierungen	Gradnetz sichtbar (Koordinatennetz) Gradnetz schafft Fixpunkte zur Vermessung der Erde	Erdoberfläche ist vollständig vermessen (GPS) Luft- und Satellitenbilder	Mittelpunkt: Meist am Äquator (obwohl verschiedene Zentren in Projektionen bekannt) manchmal polständig) Ausrichtung: Nord-Süd	Analog zur perspektivischen Konstruktion, konstruiertes perspektivisches Verfahren: Projektion (und auch Modifikationen: Kartennetzentwürfe)
GEGENWART Google Maps					
Generierte Darstellung	Web-Mercator-Projektion basiert auf einer Zylinderprojektion Web-Mercator-Projektion definiert horizontale Bildmitte und somit die Abbildungslage	Bestimmte Referenzlinien (Breitengrad) sichtbar: Äquator	Erdoberfläche ist vollständig vermessen (GPS) Luft- und Satellitenbilder	Mittelpunkt: Horizontal Äquator Vertikal: User-orientiert Ausrichtung: Nord-Süd	Perspektivische Konstruktion durch Projektion

Welcher paradigmatische Begriff ist für die Projektion und ihre Darstellungskonventionen beschreibend?

Antike: Im Laufe der Antike zeichnet sich die Tendenz hin zu einem systematischen Erfassen und systematischen Darstellen der Welt ab. Diese Tendenz ist verbunden mit einer Hinwendung zu einer systematischen Denkweise, wobei sich die geometrische Projektion gegen Ende der Antike dementsprechend entwickelte. Ptolemäus zeigt die systematische Darstellungsweise beispielhaft mit der nach ihm benannten Projektion und deren Begleitschrift *Geographia* auf: er strebte die systematische Herleitung von der Kugeloberfläche in die zweidimensionale Karte an, wodurch sich die neue darstellerische Konventionen etablierten. Obwohl das damalige Wissen noch nicht auf rein mathematischen Fakten beruhte und die technischen Möglichkeiten beschränkt waren, steckte hinter antiken Projektionen eine Systematik, die auf Messen, Einteilen und Lokalisieren beruhte. Es ist jedoch an dieser Stelle zu bemerken, dass hinsichtlich der Systematisierung hauptsächlich antike Weltkarten überliefert wurden, die im Zusammenhang mit einer theoretischen Schrift stehen. Es sind uns also keine visuellen Artefakte und deren entsprechenden Projektionen bis in die heutige Zeit überliefert. Das heisst, die Behauptung einer Hinwendung zu einer Systematisierung ist dadurch zu begründen, dass wir uns aus unserer Perspektive vorwiegend auf die Weltkarten beziehen, die sich einer Systematisierung zuwenden. Denn die Rezeption dieser Weltkarten ist aus unserer Denktradition verständlich. **Mittelalter:** Das Mittelalter wendet sich von der systematischen Projektion hin zu einer schematischen Darstellung. Wo in der Antike geometrische Aspekte das Kartenbild gliederten, basiert die formale mittelalterliche Bildaufteilung auf einer Schematisierung, welche die Ökumene und ihre Geophysik entsprechend gliedert. Die *Mappaemundi* verfolgten nicht primär den Anspruch, eine Orientierung im Raum zu gewährleisten. Sie zielten mehr darauf ab, das Christentum in theologischer, philosophischer und geographischer Hinsicht prägnant darzustellen, wobei die Schematisierung des Kartenbildes diese Absicht unterstützte. Die dafür verwendeten Schemata ermöglichen in erster Linie das anachronistische und synoptische Darstellen von biblischen Geschichten und mythologischen Legenden, die in Verbindung mit dem nach Gottes Ordnung geschaffenen Lebensraum stehen. Dabei bauen sie auf Elementen der mittelalterlichen Symbolik auf, deren Grundformen auf (auch geometrischen Grundformen) Kreis, Dreieck und Kreuz beruhen. Die Grundschemata der *Mappaemundi* widerspiegeln symbolisch das christliche Dogma (z. B. das «T» eines T-O-Schemas das Kreuz Christi) und bleiben den Betrachtenden im Gedächtnis haften. **Renaissance:** Die Renaissance bezieht sich auf die Denktradition der antiken Systematik und entwickelt sich hin zu mathematisch dominierten Darstellungsprinzipien. Die kartografischen Abbildungen basieren entgegen den mittelalterlichen allegorischen *Mappaemundi* mehr und mehr auf metrischen Grundlagen. Es zeichnet sich eine zunehmende Mathematisierung der Darstellung und der Wissensvermittlung ab, welche sich klar von der mittelalterlichen, allegorischen Erzählung der Geografie abwandte. Die Renaissance-Kartografie baut ihre Weltkarten auf mathematischen Aspekten auf, wobei sie durch Koordinatennetz und Grundraster unterteilt werden. Mit dieser Entwicklung entsteht der Begriff der «mathematischen Kartografie», der auch die Projektionslehre umfasst. Diese Hinwendung zu Erklärungsversuchen, die auf der Mathematik gründen, sind stark durch die Rezeption der antiken Geografie – wie z. B. der ptolemäischen *Geographia* – geprägt. **Gegenwart:** Die in der Re-

naissance erworbenen mathematischen Prinzipien bestimmen noch heute die Darstellung von Weltkarten. Das Einsatzgebiet erweiterte sich jedoch enorm – von den klassischen Print-Medien, hin zu digitalen Anwendungen. Weltkarten stellen sich heute in einem generativen Prozess aus verschiedenen Datenbanken zusammen, wobei sie für Web-Services und verschiedene digitale Geräte zugänglich gemacht werden. Die Herausforderung liegt derzeit darin, die passenden Datensätze miteinander zu verknüpfen, um damit eine informative Weltkarte zu generieren. Google Maps ist beispielhaft für die Verwendung einer gegenwärtigen Weltkarte: die Weltkarte ist auf verschiedenen digitalen Geräten aufrufbar, ihre Visualisierung basiert auf der Zusammenführung verschiedener Datensätze. Die Projektion ist zu einem selbstverständlichen Bestandteil der Weltkarte geworden. Obwohl theoretisch etliche Möglichkeiten zum Generieren von Weltkarten offen stünden, wird das digitale Entwerfen von Weltkarten von bestimmten technischen Möglichkeiten dominiert, welche eine Standardisierung (wie etwa die oft verwendete Web-Mercator-Projektion) der Weltkarten herbeiführen.

Inwiefern ist die geometrische *Projektion* charakteristisch für die Darstellungskonventionen?

Antike: Grundsätzlich gibt es in der Antike nicht eine stereotypische Projektion, die stellvertretend für diesen Zeitraum stehen würde und für die Darstellungskonventionen einschlägig bestimmend wäre. Es ist jedoch die Tendenz abzulesen, dass die Projektion hin zu einer zunehmenden Systematisierung der Konstruktion von Weltkarten führte. Eine neue Bedeutung für die Konstruktion von Weltkarten kam erst der ptolemäischen Projektion zu, wobei sie erstmals als Konstruktionsgrundlage zur Darstellung der Globusoberfläche verstanden wurde. Diese Projektion verfolgte die Absicht, die Konstruktion von Weltkarten zu erleichtern. Das Werk *Geographia* von Ptolemäus beschreibt handbuchartig, wie die ptolemäische Projektion zu konstruieren ist, damit sie schliesslich als Grundlage für eine Weltkarte verwendet werden konnte. **Mittelalter:** Im Mittelalter ist es adäquater von Schemen denn von Projektionen zu sprechen. Es sind verschiedene solcher Schemen in mittelalterlichen Weltkarten erkennbar und verantwortlich für deren formale Struktur. Die Bildaufteilung ist also eher durch ein Grundraster, -schema oder -prinzip strukturiert, denn durch eine Projektion gegliedert, die auf geometrischen Aspekten beruht. Einige dieser Schemata sind in *Mappaemundi* vorherrschend: die «Zonenkarte», die «viergeteilte Karte», die «transitoriale Weltkarte» und die «dreigeteilte Weltkarte». Die letztgenannte ist auch als «T-O-Schema» bekannt und teilt die Ökumene durch die drei Gewässer Nil, Don und das Mittelmeer in die drei Kontinente Asien, Afrika und Europa. Die Ebstorfer Weltkarte zeigt dieses Schema beispielhaft auf. So wie Englisch nachweist, kann aus den formalen Strukturen der *Mappaemundi* ein durchdachtes Konstruktionsprinzip abgeleitet werden, das auf viele *Mappaemundi* anwendbar ist. Es wird hier aber bestritten, ob solch komplexe Konstruktionsprinzipien von mittelalterlichen Gelehrten intendiert waren oder ob wir mit unserem gegenwärtigen Verständnis und unseren Rezeptionsfähigkeiten unverdrossen nach geometrischen Systemen suchen und dann schliesslich auch fündig werden. Die Annahme, dass *Mappaemundi* auf schematischen Darstellungsprinzipien beruhen, die sich formal erkennbar abzeichnen, scheint plausibler. **Renaissance:** In der Renaissance entwickelt sich die Projektion hin zu einer mathematisch definierten Regel, welche die Transformation von der Globusober-

fläche in die Weltkarte beschreibt. Sie ermöglicht die Abbildung der Kugeloberfläche anhand bestimmten Referenzpunkte, die mittels Gradnetz in der Weltkarte verortet werden. Die Projektion ist ab der Renaissance die Grundlage zur Konstruktion von Weltkarten. Aus diesen neuen Konstruktionsgrundlagen für Weltkarten gingen Kartierungsmöglichkeiten hervor, wonach neu entdeckte Gebiete in die Darstellung integriert werden konnten. Dieses neue Konstruktionsverfahren zielte darauf ab, die vollständige Globusoberfläche mathematisch korrekt darzustellen, um anhand dieser Grundlage die Geografie zu erfassen. Die Weltkarten sollten den ganzen Erdglobus abbilden (360° Längenausdehnung), eine hohe mathematische Präzision aufweisen und für bestimmte Anwendungszwecke eingebunden werden. Diese Absichten sind am Beispiel der Waldseemüller Weltkarte mitzuverfolgen, in der die Neue Welt «America» geografisch verortet und dargestellt wird. Die Erde ist nach einem mathematischen Raster eingeteilt und dargestellt. Entdeckte Gebiete, wie etwa die *Neue Welt*, werden innerhalb dieses Rasters verortet und festgehalten. Allegorische Aspekte beeinflussten die Konstruktion von Weltkarten nicht mehr. In der Renaissance entwickelte sich eine grosse Vielfalt an verschiedenen Projektionen, die in verschiedene Projektionstypen gegliedert werden können. Dieses Aufkommen verschiedener Projektionen und der Wandel der darstellenden Geometrie in der Renaissance zeugen von grundlegend neuen Konstruktionsprinzipien, die zu Konventionen führten. Denn obwohl die Vielfalt der Projektionen in der Renaissance rasant zunahm, standardisierten sich die Weltkarten hinsichtlich einiger Konstruktionsprinzipien. Die Projektion bestimmt die Platzierung der Geografie im Format; das heisst, dass sich die Antarktis mehrheitlich am unteren und die Arktis am oberen Bildrand befindet. **Gegenwart:** Der Einsatz und die Bedeutung von Projektionen schliessen an der Tradition der Renaissance an. Das gegenwärtige *Lexikon der Kartografie* beschreibt die Projektion als Darstellung des geografischen Koordinatennetzes der Erde oder eines Teils davon in der Abbildungsfläche (Karte) durch eine geometrische Projektion. Gemeint ist damit der Algorithmus, der bei der Transformation von Kugeloberfläche in zweidimensionale Ebene eingesetzt wird. Die Darstellungskonventionen heutiger Weltkarten sind stark bestimmt durch die ihnen zugrunde liegende Projektion. Dabei wird trotz der grossen Vielfalt von Projektionen sehr oft auf dieselben Projektionen zurückgegriffen, welche schliesslich die vorherrschenden Darstellungskonventionen durch ihre Verzerrungseigenschaften bestärken. So zeugt z. B. die Merkatorprojektion – aber auch die *Web-Merkator-Projektion* – von enormen Verzerrungen in den Randregionen, wonach der Irrglaube von völlig falschen Flächenverhältnissen manifestiert wird. Darüber hinaus ist zu beachten, dass nicht nur Verzerrungseigenschaften von Projektionen Darstellungskonventionen verursachen, sondern dazu, dass die Verzerrungen immer dieselben Regionen betreffen. Diese Auswirkung kommt daher, dass mit den Eigenschaften der Projektion auch gleich ihre Zentrierung definiert wird. Das heisst, der mathematische Algorithmus einer Projektion wird in Zusammenhang gestellt mit einer geografischen Lagebestimmung, obwohl bei der Transformation von Kugeloberfläche zu Weltkarte kein mathematisch sinnvoller Zusammenhang auszumachen ist.

Inwiefern ist das *Gradnetz* bestimmend für die Darstellungskonventionen?

Antike: Das Gradnetz gibt sich in einigen antiken Weltkarten als eine Art Grundraster sichtbar zu erkennen. Eratosthenes kombinierte zum ersten mal eine

Nord-Süd-Linie mit einer Ost-West-Linie, womit er als Begründer des Gradnetzes gilt. Diese Linien sind jedoch noch nicht mit einer Projektion im Sinne einer Herleitung von Kugeloberfläche in die Ebene zu verstehen. Diese ersten Ansätze eines Gradnetzes unterteilten die Erdoberfläche in verschiedene Einheiten, wobei die Schnittpunkte der Längen- und Breitengrade als Referenzpunkte zur Orientierung für das Darstellen der Erdoberfläche dienten. Erst bei Ptolemäus ist das Gradnetz repräsentativ für die Projektion, wobei es einerseits als wichtiges Instrument zur Konstruktion von Weltkarten und andererseits als identitätsstiftend für Weltkarten geworden ist. **Mittelalter:** In *Mappaemundi* ist kein Grundraster oder Gradnetz zu erkennen, da dieses im Kartenbild der *Mappaemundi* keine grosse Relevanz einnimmt. Es ist weder eine schematische linienhafte Grundstruktur oder ein Gitternetz eingezeichnet noch sind geometrische Verbindungslinien oder gleichschenklige Konstruktionsdreiecke ersichtlich. Diese Absenz des Gradnetzes weist darauf hin, dass der Vermessung oder der geometrischen Ordnung in *Mappaemundi* keine Bedeutung zugesprochen wurde und sie somit auch nicht prägnant für das Kartenbild war. Die Schemata, die den *Mappaemundi* zugrunde liegen und anstatt einer Projektion Bildproportionen verantworten, zeichnen sich durch geophysische Elemente ab (wie etwa die Gewässer Don, Mittelmeer, Nil oder bestimmte Städte, die als Fixpunkte dienen). **Renaissance:** Das Gradnetz ist in der Renaissance Ausdruck für die mathematische Darstellungsart mittels Projektion und der damit verbundenen Art, Weltkarten zu konstruieren. Das Gradnetz unterteilt die Erdoberfläche nach geometrischen Prinzipien durch Längen- und Breitengraden in verschiedene Einheiten. Dabei ist das Gradnetz als Koordinatennetz respektive als das Grundraster erkennbar und wird mittels Projektion hergeleitet, wobei es entgegen mittelalterlichen Darstellungen durch das Koordinatennetz und seine feinen Linien gut sichtbar ist. Diese gitterhafte Grundstruktur wird auf der Bildebene dargestellt, wonach die Geografie verortet wird. **Gegenwart:** Das Gradnetz ist in heutigen Weltkarten Ausdruck für die Projektion, die Weltkarten zugrunde liegt. Dabei ist es nicht zwingendermassen ersichtlich, es ist aber fixer Bestandteil einer Weltkarte. Es ist klar, dass jeder mathematisch-korrekten Weltkarte auf einer Projektion basiert, die sich meist durch ein Gradnetz – oder zumindest durch die Koordinatenwerte am Kartenrand – zu erkennen gibt. Das Gradnetz widerspiegelt die Koordinaten, durch welche der Raum gegliedert und erfasst wird. Es ist auf den festgelegten irdischen Koordinaten aufgebaut, wobei das geografische Wissen in eine klare Ordnung gebracht wird. Es ist also jeder Punkt der Erdoberfläche durch Koordinaten definiert und anhand des Gradnetzes in der Weltkarte auffindbar. Es entsteht eine symmetrische Gliederung, wodurch sich beispielsweise eine nördliche- sowie eine südliche Hemisphäre teilen und sich durch den Nullmeridian eine vertikale Vermessungslinie ergibt.

Inwiefern ist der Wissenstand um die *Geografie* ausschlaggebend für *Darstellungskonventionen*?

Antike: In der Vorstellung der Antike reichte die Erdgeographie der Ökumene im Osten vom Kaukasus, im Westen von den Pyrenäen und von den nördlichen Ufergebieten bis zu den äthiopischen Hochländern im Süden. Diese Vorstellung bedingte das dargestellte Gebiet der Ökumene. Die eigentlich bekannten Gebiete reichten etwa im Alexanderreich östlich vom heutigen Iran bzw. Indien bis hin im Süden nach Ägypten und nach Nordgriechenland. Das Bewusstsein der Kugelge-

stalt war zwar vorhanden, jedoch fokussierte man bei der Weltkartendarstellung lediglich auf die Ökumene; für unentdeckte Gebiete wurde keine Bildfläche freigehalten. Diese Fokussierung wird deutlich, wenn man auf die Nummerierung der Längen- und Breitengrade der ptolemäischen Projektion achtet: Der Nullpunkt der horizontalen Vermessung liegt nicht etwa auf der Y-Achse im vertikalen Zentrum (wobei der Raum nach Ost und West gleichermassen hätte ausgedehnt werden können), sondern ganz am linken Bildrand. Von da aus wird die numerische Strukturierung der Welt in den Osten fortgeführt. Am Beispiel der Projektion von Eratosthenes verhält sich auch die X-Achse dementsprechend, wobei sich der Nullpunkt am unteren Bildrand befindet und dies nur eine Raumausdehnung nach Norden zulässt. Antike geografische Erkundungen fokussierte dementsprechend eher – den Feldzügen Alexander des Grossen entsprechend – entlang des Festlands in Richtung Asien, als über den Atlantik richtung Osten. **Mittelalter:** Die Kugelgestalt der Erde war im Mittelalter bekannt, das Wissen um die Geografie umfasste Europa, Nordafrika und Teile Asiens. Die Grösse der Welt war durch die feste Rahmung der *Mappaemundi* beschränkt und vom Weltozean umgeben. Neu entdeckte Gebiete mussten in diesen Bereich eingepasst werden. Grundsätzlich war es das Ziel, die Ökumene abzubilden, wobei man von einer Halbkugelansicht ausging. Ausschliesslich das Schema der «viergeteilten Weltkarte» bildete in einem Teil die Antipoden ab. Die Absicht, die ganze Geografie möglichst adäquat wiederzugeben oder Distanzen perfekt zu vermessen und darzustellen, wurde in *Mappaemundi* nicht verfolgt. **Renaissance:** Die Renaissance verfolgte erstmals die Darstellung der ganzen Geografie. Im Gegensatz zum Mittelalter und zur Antike, als der Fokus auf der Abbildung der Ökumene lag und neu entdeckte Gebiete in diese Fläche eingepasst wurden, ging man in Renaissance-Darstellungen nicht von der bekannten Welt aus: man versuchte die ganze Erdoberfläche zu erfassen. Dies hatte zur Folge, dass für unbekannte, nicht erforschte Gebiete darstellerische Lösungen gefunden werden mussten. Die darstellende Geometrie passte sich nicht mehr dem geografischen Raum an, den man abzubilden beabsichtigte, sondern die Grösse und Form der Darstellung definierten sich durch die Projektion. Die neuen Darstellungsverfahren mittels mathematischer Projektion liessen demnach Platz für unerforschte Gebiete frei, weisse Flecken wurden ins Kartenbild integriert. Die Waldseemüller Weltkarte beispielsweise, war eine der ersten Karten, die den Kontinent Amerika abbildete. Diese Weltkarte erlangt heutzutage unter anderem wegen der Benennung des neu entdeckten Kontinents *America* viel Aufmerksamkeit und gilt als Zeugnis der Entdeckung der «Neuen Welt». Weltkarten waren nun Mittel geworden, den leeren und unermesslichen Raum zu beherrschen, wodurch die Erdvermessung und -entdeckung an Bedeutung gewann. **Gegenwart:** Heutzutage ist die Geografie weitgehend erkundet. Revolutionär dabei war das ab den 1960er Jahren entwickelte GPS System (Global Positioning System), wodurch die Erdoberfläche mittels Satelliten ziemlich genau vermessen wird. Während in der «Zeit der Entdeckungen» die Herausforderung in der Kartierung neu entdeckter Gebiete lag, sind heute die weissen Flecken verschwunden. Darüber hinaus können beliebige Orte oder auch Bewegungen räumlich verortet werden. Das heisst, es ist nicht mehr nur per se die Geophysik der Erdoberfläche erfasst, sondern unzählige Objekte sind georeferenziert und werden kartiert. Selbst User verschiedener Mobile-Devices können in Echtzeit ihren Standort ausfindig machen, sich selbst in einer Karte darstellen oder getrackt werden.

Inwiefern ist der konstruktive Mittelpunkt respektive die Ausrichtung repräsentativ für Darstellungskonventionen?

Antike: Der Mittelpunkt der Weltkarte des Eratosthenes sowie der ptolemäischen Weltkarte liegen im Raum Vorderasien. Interessant dabei ist, dass die vertikale Konstruktionslinie der eratosthenischen Weltkarte nicht in der Bildmitte zu liegen kommt. In der ptolemäischen Weltkarte liegt der mittlere Meridian (nicht Nullmeridian!) im vertikalen Zentrum. Die horizontale Bildmitte ist durch den Äquator konstruktiv erkennbar, liegt jedoch nicht in der horizontalen Bildmitte, da nicht die ganze Welt, sondern nur die Ökumene dargestellt ist. **Mittelalter:** Der Mittelpunkt des Kartenbildes der *Mappaemundi* korrespondiert mit dem Kreismittelpunkt und ist meist durch ein bedeutungsträchtiges Symbol gekennzeichnet (vgl. Jerusalem in der Ebstorfer Weltkarte,). Die Ausrichtungen der mittelalterlichen Weltkarten sind nicht eindeutig, die Mehrheit der mittelalterlichen Weltkarten ist jedoch nach Osten ausgerichtet (z. B. die Fra-Mauro-Weltkarte nach Süden, die Ebstorfer Weltkarte nach Osten etc.). **Renaissance:** Durch das Aufkommen der verschiedenen Projektionen fällt die Zentrierung der Weltkarten verschieden aus. Tendenziell zeichnet sich jedoch ab, dass der Äquator die horizontale Bildmitte beschreibt und die vertikale Bildmitte sich rund um Europa definiert (z. B. in den doppelten Hemisphären-Weltkarten der Atlantik, in der Waldseemüller Weltkarte Vorderasien etc.). **Gegenwart:** Der konstruktive Mittelpunkt der gegenwärtigen Weltkarten ist mehrheitlich durch die Projektion definiert. Meist liegt dabei der horizontale Bildmittelpunkt auf dem Grosskreis Äquator. Es sind allerdings verschiedene weitere Lagen (z. B. polständige Abbildungen) bekannt und werden angewendet. Es ist jedoch erstaunlich, dass das im Bildmittelpunkt abgebildete geografische Gebiet meist durch die Projektion definiert und nicht beliebig bestimmt werden kann. Das heisst, es sind zwar schiefelige Abbildungen bekannt, doch diese lassen sich nicht auf eine beliebige Projektion beziehen. Zwar sind in den letzten Jahren vermehrt Weltkarten mit unkonventionellem Mittelpunkt verwendet worden, diese konnten die bestehenden Darstellungskonventionen jedoch nicht revolutionieren. Auffallend ist, dass die Frage nach dem im Bildmittelpunkt abgebildeten Zentrum mit der Standardisierung im Web und der dort verwendeten *WebMercatorProjection* kaum noch thematisiert wird. Gegenvorschläge erlangen wenig Aufmerksamkeit (vgl. etwa Adaptive Composite Map Projections, Dymaxion Worldmap). Eine neue Tendenz hinsichtlich des Mittelpunktes ist in digitalen Produkten zu beobachten: Karten werden automatisch auf den entsprechenden Bildmittelpunkt zentriert. Dabei bleibt jedoch das konstruktive Zentrum der Projektion gleich, der Mittelpunkt ändert sich nur durch den neu gewählten Bildausschnitt. Am Beispiel von Google Maps sind die gegenwärtigen Tendenzen bezüglich dem geografischen Gebiet, das im Bildmittelpunkt zu liegen kommt, nachzuverfolgen. Bezüglich der Ausrichtung von Weltkarten ist die Nord-Süd-Ausrichtung der gegenwärtige Standard, wobei einige Gegenbeispiele der letzten Jahre diese Konvention hinterfragt haben (vgl. etwa MacArthur Upside-Down Worldmap, Dymaxion World Map). Eine Neuerung hat sich in digitalen Anwendungen eröffnet, wobei sich die Karten je nach Verwendungszweck (z. B. zu Navigationszwecken) User-orientiert verhalten. Das heisst, die Karte richtet sich nach den Bedürfnissen des Nutzenden aus. Sucht man beispielsweise mittels Google Maps einen Ort und möchte dahin navigiert werden, richtet sich die Karte immer nach dem entsprechenden Zielort aus.

Inwiefern ist die *konstruktive Perspektive* ausschlaggebend für die *Darstellungskonventionen*?

Antike: Die Anwendung einer Perspektive in antiken, kartografischen Projektionen verhält sich analog zu den Darstellungsprinzipien in den Bildenden Künsten. Bei der antiken Bildkonstruktion geht man von einer «Näherungskonstruktion» aus, wobei sich die Fluchtlinien nicht in einem einzigen Fluchtpunkt, sondern in verschiedenen Referenzpunkten treffen. Bei der Konstruktion von Projektionen verhält sich die Anwendung der Perspektive ähnlich; obwohl das Bewusstsein der Kugelgestalt vorhanden war und die Projektion eine bestimmte Systematik verfolgte, verstand man die Projektion noch wie heute als Instrument zur Herleitung von Kugeloberfläche zur Weltkarte. Dies hat zur Folge, dass die Konstruktion nicht zwingendermassen auf nur einen Fluchtpunkt abzielte, sondern sich auf einige verschiedene geografische Referenzpunkte stützte. Die ptolemäische Projektion hingegen zielt auf einen Fluchtpunkt ab. **Mittelalter:** Auch die perspektivischen Umsetzungen der mittelalterlichen Kartografie verhalten sich analog zu den damaligen Darstellungsprinzipien in den Bildenden Künsten. Es wurde keine Perspektive mittels eines konstruktiven Verfahrens erzeugt (wie z. B. die Fluchtpunktperspektive); Dimensionen entstanden lediglich durch das Neben- und Übereinanderlagern von verschiedenen Elementen. So auch in den mittelalterlichen *Mappaemundi*. Es wurde keine Projektion eingesetzt, woraus eine konstruierte perspektivische Darstellung resultieren würde (wie z. B. in der Renaissance), es wurde lediglich durch das Aneinander- und Nebeneinanderreihen von geografischen Ortschaften Raum erzeugt. Die Idee einer mittelalterlichen «Basiskonstruktion», wonach den *Mappaemundi* eine geometrische Grundkonstruktion (Basisdreieck) zugrunde läge, wird als unwahrscheinlich erachtet. Die «Basiskonstruktion» schliesst keineswegs an die allgemeinen Darstellungskonventionen im Mittelalter an. Dieses dargelegte Prinzip verfolgt keineswegs die gängige mittelalterliche bildkompositorische Umsetzung, die zu dieser Zeit vorherrschte. **Renaissance:** Die Verwendung der mathematisch hergeleiteten Projektion verhält sich analog zur Entwicklung der Perspektive in den bildenden Künsten. Diese Perspektive bildete sich in der Frührenaissance in Italien heraus: Giotto war einer der ersten, der eine bildkompositorische Raumkontinuität erlangte. Die sienesisische Malerei (Lorenzetti) steht für die multiperspektivischen Darstellungen. Der Florentiner Brunelleschi entdeckte schliesslich die mathematisch konstruierbare Perspektive. Dieses Verfahren wurde anschliessend von Leon Battista Alberti festgehalten. Analog verhält sich die Konstruktion der Projektion in der Kartografie: Während in den bildenden Künsten die Bildkonstruktion mittels Fluchtpunktperspektive entwickelt wird, werden in der Kartografie Weltkarten mit einem Berührungspunkt respektive einer Berührungslinie konstruiert. Das heisst, was in den Bildenden Künsten der Fluchtpunkt ist, ist in Weltkarten der Berührungspunkt oder die Berührungslinie – also der Punkt respektive die Linie, wo die Projektionsebene die Kugeloberfläche in einem projektiven Verfahren berührt. In der Kartografie standardisierte sich durch diese neue Bildkonstruktion die Perspektive, also der Blick auf die Welt. Die Karten sind vorwiegend aus einer Vogelperspektive dargestellt. **Gegenwart:** Die heutige Konstruktion von Raum hat die Prinzipien der perspektivischen Darstellungen übernommen, die sich in der Renaissance entwickelt haben. Wir konstruieren den Raum aus einem Standpunkt, aus einer Perspektive auf einen Fluchtpunkt zu. Verlaufen also in der Realität zwei Geraden parallel nebeneinander, laufen sie in unserer Bildkonstruktion aufeinander-

der zu und erzeugen damit eine Perspektive. Bei dieser perspektivischen Darstellung handelt es sich immer um einen Ausschnitt aus der Realität, wobei der Raum um den Bildausschnitt unendlich ist. Die kartografischen Abbildungen sind durch die Konstruktion mittels Projektion ähnlich aufgebaut. An die Tradition der Renaissance anknüpfend, wird der Fluchtpunkt in perspektivischen Darstellungen, in Weltkarten zum Berührungspunkt respektive zur Berührungslinie. Im Unterschied zu perspektivischen Darstellungen ist der dargestellte Raum bei Weltkarten auf die Kugeloberfläche beschränkt. Die Frage des Standpunktes, also von welcher räumlichen Position eine Darstellung abgebildet wird, ist jedoch in kartografischen sowie in allgemein bildnerischen Konstruktionen immer beliebig. Die Perspektive ist also immer abhängig von einer Entscheidung und daher immer subjektiv. Auffallend dabei ist, dass der eingenommene Standpunkt bei der Darstellung von Weltkarten kaum variiert, die Welt wird meist aus derselben Perspektive dargestellt.

