



universität
wien

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

Animierte kartographische Anamorphosen

Das Potential verzerrter Ansichten der Erde für ein besseres
Verständnis komplexer räumlicher Zusammenhänge

Verfasser

Christoph Kubasa, BSc

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 856

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Kartographie und Geoinformation

Betreuerin / Betreuer:

Ass.-Prof. Mag. Dr. Andreas Riedl

Danksagung

Mit dieser Masterarbeit naht auch das Ende meines Studiums, welches mir vorwiegend als sehr schöne und lehrreiche Zeit ewig in Erinnerung bleiben wird. Somit ist es mir ein großes Anliegen an dieser Stelle all jenen zu danken, die mich in dieser Zeit begleitet und unterstützt haben:

Ein großer Dank gilt zu Beginn meiner Mutter Christa, die mir stets ermöglichte meinen eigenen Weg zu gehen und mich mit allen Möglichkeiten auch darin unterstützte. Ohne ihre Unterstützung wäre ich wohl nicht da, wo ich jetzt bin: Vielen, vielen Dank!

Ebenso möchte ich auch meiner Schwester Barbara einen großen Dank aussprechen, da sie mir immer mit Rat und Tat zur Seite stand. Auch für das aufwendige Korrekturlesen dieser Masterarbeit gebührt ihr großer Dank!

Meiner Freundin Nina danke ich besonders für ihr großes Verständnis, sowie auch für ihre aufmunternden Worte in jenen Phasen, in denen das Schreiben oft nicht so einfach war – herzlichen Dank!

Vielen Dank auch an meinen Betreuer, Ass.-Prof. Mag. Dr. Andreas Riedl, der mich während des Verfassens dieser Masterarbeit, sowie bei der Durchführung der Online-Umfrage stets mit konstruktiven Hinweisen unterstützte und sich auch sonst immer viel Zeit für meine Anliegen nahm!

Auch meinen Studienkollegen gebührt großer Dank, die das Studium so lustig und abwechslungsreich gestalteten und die mittlerweile sehr gute Freunde geworden sind!

Leider konnte ich all die schönen Momente nicht mehr mit meinem Vater Alois teilen, der viel zu früh starb, aber nach wie vor in vielen schönen Erinnerungen präsent ist – ich hoffe, er wäre stolz!

Kurzfassung

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit einer speziellen kartenverwandten Darstellungsform, die ihren Betrachtern die Erdoberfläche aus einer völlig neuen Perspektive präsentiert. Die Rede ist hier von kartographischen Anamorphosen, die sowohl in statischer, als auch in animierter Form näher betrachtet werden. Während zunächst die allgemeine Theorie zu kartographischen Anamorphosen und Animationsmethoden thematisiert wird, wird im zweiten Teil dieser Masterarbeit die verfolgte Forschungsstudie vorgestellt: Dabei wird das Potential solcher stark verzerrten Kartendarstellungen zur Optimierung der Erkenntnisgewinnung der Kartennutzer im Vergleich zu klassischen Choroplethenkarten analysiert. Als Forschungsinstrument dient hier eine Online-Umfrage, wobei die dabei gesammelten Ergebnisse in adäquater Form in dieser Masterarbeit präsentiert werden.

Abstract

The present master thesis deals with a special kind of map related cartographic designs that show the earth's surface from a completely new perspective. These so-called cartograms are discussed in detail both in static as well as in animated form. At first, the general theory to cartograms and animation methods is discussed, while in the second part of this master thesis the pursued research study is presented: Here, the potential of such distorted maps to optimize the thematic comprehension of map users is analyzed compared to the normal choropleth maps. For this research study, an online survey was used and all gained results are presented in an appropriate way within this master thesis.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Bedeutung und Stellung des Themas.....	4
1.2	Zielsetzungen, Forschungsfragen und Lösungsansätze	5
1.3	Aufbau der Masterarbeit	8
2	Allgemeine Betrachtung kartographischer Anamorphosen	10
3	Typen kartographischer Anamorphosen	13
3.1	Distanzproportionale Anamorphosen	13
3.2	Flächenproportionale Anamorphosen.....	16
3.2.1	Zusammenhängende Anamorphosen	18
3.2.2	Nicht-zusammenhängende Anamorphosen	20
3.2.3	Kreisanamorphosen (Dorling's Anamorphosen)	21
3.2.4	Rechteckige Anamorphosen	23
3.2.5	Pseudo-Anamorphosen	25
3.3	Kognitive kartographische Anamorphosen	26
3.3.1	Kartographische Karikaturen	26
3.3.2	Mental Maps.....	29
4	Verzerrungsarten in kartographischen Anamorphosen	31
4.1	Lageverzerrung	31
4.1.1	Kartographische Lupen	32
4.1.2	Hyperbolischer Raum.....	37
4.2	Sachverzerrung	39
4.3	Zeitverzerrung.....	41
5	Algorithmen und Konstruktionsmethoden	43
5.1	„Rubber-Map“ – Algorithmus nach Tobler (1973)	44
5.2	„Rubber-Sheet“ – Algorithmus nach Dougenik et al. (1985)	46
5.3	Algorithmus nach Dorling (1996)	48

5.4	Algorithmus nach Gastner/Newman (2004).....	49
6	Animation kartographischer Anamorphosen.....	53
6.1	Allgemeines zur (kartographischen) Animation.....	55
6.1.1	Echtzeit-Animation.....	57
6.1.2	Aufgezeichnete Animation	57
6.2	Typen (kartographischer) Animationen	58
6.2.1	Temporale Animation.....	58
6.2.2	Nontemporale Animation.....	58
6.3	Komponenten (kartographischer) Animationen	59
6.4	Animationsmethoden.....	61
6.4.1	Keyframe-Animation	63
7	Zweck und Nutzen kartographischer Anamorphosen	65
7.1	Status Quo – Vor- und Nachteile	65
7.2	Auswirkungen auf die Erkenntnisgewinnung.....	69
8	Das Potential kartographischer Anamorphosen	74
8.1	Forschungsinstrument.....	74
8.2	Befragungsdesign	75
8.3	Arbeitsschritte und Workflow.....	77
9	Erstellung der kartographischen Darstellungsformen	78
9.1	Datengrundlagen.....	78
9.1.1	Geometriedaten.....	79
9.1.2	Sachdaten	80
9.2	Algorithmus zur Erstellung der kartographischen Anamorphosen	81
9.3	Projektion der klassischen Choroplethenkarten	83
9.4	Klassenbildung und Visualisierung	83
9.5	Animationsmethoden.....	84
10	Forschungsergebnisse	86
10.1	Probandenstatistik	86

10.2 Block 1 – Bewertung.....	90
10.2.1 Bewertungen der kartographischen Darstellungsformen.....	91
10.2.2 Brauchbarkeitsanalyse und Präferenzen	97
10.3 Block 2 – Interpretation.....	104
10.3.1 Interpretation der vorwiegend statischen kartogr. Darstellungsformen	105
10.3.2 Interpretation der animierten kartographischen Darstellungsformen.....	112
10.4 Block 3 – Zeitfaktor.....	118
11 Beantwortung der Forschungsfrage	121
12 Zusammenfassung und Ausblick	128
 Literatur- und Quellenverzeichnis	 I
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	XII
Anhang.....	XIII
Curriculum Vitae	XXIII

1 Einleitung

Die vorliegende Masterarbeit mit dem Titel „Animierte kartographische Anamorphosen – Das Potential verzerrter Ansichten der Erde für ein besseres Verständnis komplexer räumlicher Zusammenhänge“ gliedert sich in insgesamt zwölf Kapitel, die teilweise auch durch zusätzliche Subkapitel noch feiner strukturiert sind. Bezüglich des geschlechterneutralen Formulierens soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass im Zuge dieser Masterarbeit zwar nur die männliche Form verwendet wurde, jedoch natürlich beide Geschlechter gleichermaßen damit gemeint sind. Grundsätzlich beschäftigt sich diese Arbeit mit einer speziellen kartenverwandten Darstellungsform, die dem Kartennutzer die Erdoberfläche aus einer scheinbar ungewohnten Perspektive präsentiert. Solche kartographischen Anamorphosen schaffen eine neue räumliche Ordnung und versuchen den Blick des Kartennutzers auf lokale Bedeutungen und Verbreitungen bestimmter thematischer Sachverhalte zu fokussieren.

Obwohl dadurch dem Betrachter der darzustellende Raum zumeist stark verzerrt und ungewohnt erscheint, erfreuen sich kartographische Anamorphosen wachsender Beliebtheit. Dies ist nicht nur aufgrund ihrer zunehmenden Verwendung in diversen Medien der Fall, sondern auch aufgrund interessanter Neuerungen in der Forschung, wie beispielsweise durch das Projekt Worldmapper¹. Dennoch lässt sich hierbei feststellen, dass man sich in der kartographischen Praxis nach wie vor meistens der klassischen Choroplethenkarte bedient, die den darzustellenden thematischen Inhalt flächenhaft mittels Farbabstufungen visualisiert, während in diesem Zusammenhang die Verwendung von kartographischen Anamorphosen eher die Ausnahme darstellt. Klassische Kartendarstellungen beziehen sich dabei fast ausschließlich auf den realen physischen Raum, in dem ein möglichst verzerrungsfreies Abbild der Erdoberfläche geschaffen werden soll, wodurch sie auch ihrem ursprünglichen Zweck als Hilfsmittel zur Orientierung und Navigation im Raum gerecht werden sollen. Ebenso erscheinen den Kartennutzern solche klassischen

¹ Unter dem Motto „The world as you’ve never seen it before“ versucht das Projekt Worldmapper den Kartennutzern neue Ansichten der Erde zu vermitteln, wobei diesbezüglich bereits eine Vielzahl von unterschiedlichen Themen kartographisch aufbereitet wurden. Die dabei erstellten kartographischen Anamorphosen werden der Öffentlichkeit unter www.worldmapper.com [WOR-14b] zur Verfügung gestellt. Unterstützt wird dieses Projekt von der University of Sheffield, der University of Michigan, von Leverhulme Trust, sowie von der Geographical Association.

kartographischen Darstellungen gewohnt und vertraut, da sie bereits sehr früh damit konfrontiert wurden und lernten damit umzugehen.

Obwohl sich in der Vergangenheit klassische Choroplethenkarten zur Darstellung thematischer Sachverhalte durchaus in einigen Bereichen bewährt haben, können sie bei genauerer Betrachtung auch einige Probleme mit sich bringen: Wie bereits erwähnt, beziehen sich klassische Choroplethenkarten in den meisten Fällen auf den realen physischen Raum, wobei stets versucht wird, ein möglichst verzerrungsfreies Abbild der Erdoberfläche zu realisieren. Allerdings hat sich die Welt in den letzten Jahrzehnten sehr stark verändert, wodurch sie sehr komplex geworden ist. Die Gesellschaft wird von einer globalen Vernetzung geprägt, wodurch sich auch der Aktions- und Handlungsspielraum der Menschen nicht mehr ausschließlich auf den realen physischen Raum bezieht [vgl. ARD-13]. Diese Entwicklungen müssen auch von der Kartographie berücksichtigt werden, da dementsprechend auch der Darstellung komplexer räumlicher Sachverhalte im realen physischen Raum gewisse Grenzen gesetzt werden. Wenn der Kartenautor diese Grenzen ignoriert, kann dies dazu führen, dass der Kartennutzer den dargestellten Inhalt falsch interpretiert, was in weiterer Folge durchaus auch negative Auswirkungen auf sein Handeln haben kann. Somit muss hier festgehalten werden, dass der Einsatz von Choroplethenkarten zur Darstellung bestimmter thematischer Sachverhalte nicht immer zielführend ist und durchaus überdacht werden muss.

Das grundlegende Problem bei der Nutzung klassischer Choroplethenkarten zur Darstellung bestimmter thematischer Sachverhalte sieht BURGDORF (2009a) darin, dass solche thematischen Informationen mit räumlichen Bezügen stets als „Aggregate“ vorkommen und keinesfalls gleichmäßig über die jeweiligen Bezugsflächen verteilt sind [vgl. BUR-09a, S.689]. Demnach würde die Darstellung mittels klassischer Choroplethenkarten den Kartennutzer bei der Interpretation der Inhalte in eine falsche Richtung lenken, da darin die Ausprägung der jeweiligen thematischen Sachverhalte sehr wohl über die ganze Bezugsfläche hinweg gleichverteilt dargestellt wird. Um daraus resultierende Fehlinterpretationen durch den Kartennutzer zu vermeiden, muss nach einer alternativen Lösung zur Darstellung komplexer räumlicher Zusammenhänge gesucht werden. Eine Möglichkeit solche Defizite zu umgehen bietet sich durch den Einsatz kartographischer Anamorphosen, bei denen die Visualisierung des thematischen Inhaltes nicht mehr über flächenhafte Farbabstufungen auf einer fixen Bezugsfläche, sondern mittels wertproportionaler Skalierung der Darstellungsfläche erfolgt, wodurch in den meisten Fällen ein stark verzerrtes Kartenbild entsteht. Die Gegebenheiten der Erdoberfläche

werden dem Kartennutzer somit aus einer völlig neuen und meist ungewohnten Perspektive präsentiert.

Diese kartographischen Anamorphosen sind in der Kartographie bereits seit längerem ein Begriff und wurden auch in der Fachliteratur dementsprechend berücksichtigt. Dabei befassen sich die Beiträge zu diesen kartenverwandten Ausdrucksformen vor allem mit deren Definition, Bedeutung und Erstellungsmethoden und geben zusätzlich auch noch Einblicke in deren Einsatzgebiete. Allerdings existieren bisher nur ein paar wenige Arbeiten, wie beispielsweise von SUN und LI [SUN-10] und KASPAR ET AL. [KAS-11], die auch explizit der Frage nachgehen, wie kartographisch noch unbefangene Kartennutzer solche bewusst verzerrten Kartendarstellungen bewerten und ob diese Personen ohne detaillierte kartographische Vorkenntnisse überhaupt in der Lage sind, mit solchen kartenverwandten Darstellungsformen richtig umzugehen und sinnvoll zu arbeiten. Da der Mensch bekanntlich ein „Gewohnheitstier“ ist, der es bevorzugt mit Dingen und Materialien zu arbeiten, die ihm bekannt sind, können ungewohnte Ansichten der Erde, wie es beispielsweise solche kartographischen Anamorphosen zeigen, den Betrachter durchaus überfordern und in weiterer Folge auch zur Fehlinterpretation der dargestellten Inhalte verleiten. Zusätzlich beschäftigt sich der Großteil der einschlägigen kartographischen Arbeiten lediglich mit statischen kartographischen Anamorphosen, während die Bedeutung der animierten Form dieser kartenverwandten Darstellungen eher in den Hintergrund gestellt wird. Der Animation von kartographischen Ausdrucksformen jeglicher Art sollte im Zeitalter der digitalen Informationsverarbeitung und -vermittlung aber durchaus Beachtung geschenkt werden, da eine Folge von Bildern zu bestimmten thematischen Sachverhalten für das Verständnis des Betrachters oftmals wertvoller sein kann, als diverse statische Abbildungen.

Aufgrund der in den letzten beiden Absätzen herausgearbeiteten Gründe ergibt sich hier grundlegend der Bedarf, sich intensiver mit animierten kartographischen Anamorphosen auseinanderzusetzen. Ebenso erscheint es sinnvoll, die Meinungen und Bewertungen der Betrachter zu solchen bewusst verzerrten Kartendarstellungen zu ermitteln und zu analysieren, damit in weiterer Folge festgestellt werden kann, ob animierte kartographische Anamorphosen für Kartennutzer, die kein spezifisches und detailliertes kartographisches Vorwissen besitzen, als geeignetes Analyseinstrument herangezogen und somit als Option zur räumlichen Problemlösung in Betracht gezogen werden können. Im Zuge dieser Masterarbeit sollen die zuvor genannten Punkte analysiert und detailliert behandelt werden, damit dahingehend auch das Potential animierter kartographischer Anamorphosen

für die kartographische Informationsvermittlung bestimmt werden kann.

1.1 Bedeutung und Stellung des Themas

Die Bedeutung und Stellung des behandelten Themas innerhalb der Kartographie soll anhand der folgenden Abbildung (Abb. 1) auch graphisch untermauert werden:

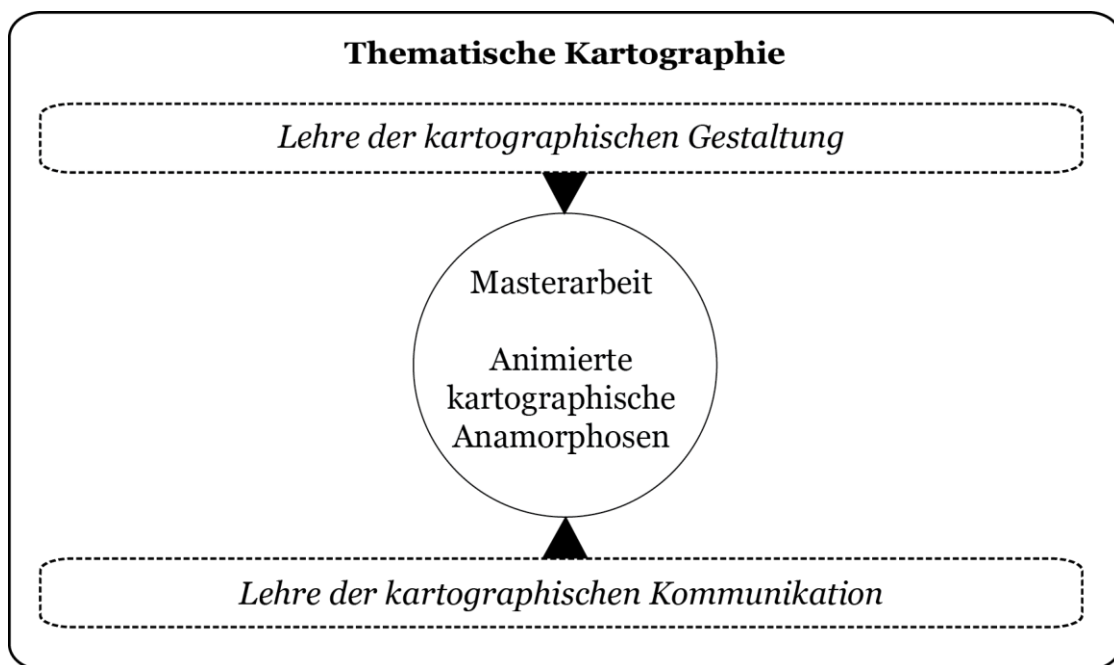


Abb. 1: Bedeutung und Stellung des Themas innerhalb der Kartographie

Grundsätzlich beschäftigt sich diese Masterarbeit mit einer speziellen Art kartenverwandter Darstellungsformen und deren Potential zur Vermittlung bestimmter thematischer Sachverhalte. Aus diesem Grund kann diese Masterarbeit vorrangig in den Bereich der thematischen Kartographie eingegliedert werden, wobei diesbezüglich sowohl Elemente der kartographischen Gestaltungslehre, als auch Elemente der kartographischen Kommunikationslehre gleichermaßen in das Thema einfließen.

1.2 Zielsetzungen, Forschungsfragen und Lösungsansätze

Die Auseinandersetzung mit den wichtigsten theoretischen Grundlagen zu kartographischen Anamorphosen, sowie mit den Möglichkeiten der praktischen Umsetzung dieser kartenverwandten Darstellungen, sowohl in statischer, als auch in animierter Form, stellt das übergeordnete Ziel der vorliegenden Masterarbeit dar. Dabei ist es von großer Bedeutung auch die Vor- und Nachteile dieser bewusst verzerrten Kartendarstellungen zu thematisieren, damit in weiterer Folge festgehalten werden kann, inwieweit sich kartographische Anamorphosen für daran anschließende Analysen und Prognosen eignen. Das Gesamtziel der Masterarbeit ergibt sich aus der Beantwortung der Frage, ob sich animierte kartographische Anamorphosen im Vergleich zu den klassischen Choroplethenkarten besser oder schlechter auf das Verständnis der Kartennutzer bei komplexen räumlichen Zusammenhängen auswirken bzw. ob durch sie der Erkenntnisgewinn der Anwender gesteigert werden kann. Zur Erfüllung dieser Arbeitsziele wurde eine übergeordnete Forschungsfrage formuliert, deren ausreichende Beantwortung anhand von vier untergeordneten Arbeitsfragen erzielt werden soll:

Forschungsfrage:

Welches Potential steckt in animierten kartographischen Anamorphosen um das Verständnis des Kartennutzers bezüglich komplexer räumlicher Zusammenhänge zu optimieren und können sie dahingehend als Verbesserung der klassischen Choroplethenkarten angesehen werden?

Arbeitsfrage 1:

Welche Vor- und Nachteile weisen kartographische Anamorphosen hinsichtlich einer möglichen Erkenntnisgewinnung der Anwender im Vergleich zur klassischen Choroplethenkarte auf?

Im Zuge dieser Arbeitsfrage sollen die wichtigsten theoretischen Grundlagen zu kartographischen Anamorphosen mittels einer fachspezifischen Literaturrecherche ausgearbeitet werden. Ebenso sollen die am häufigsten eingesetzten Algorithmen zur Erstellung dieser kartenverwandten Darstellungsform analysiert und auch in praktischer Form überprüft werden. Diese praktische Überprüfung verfolgt das Ziel, zu einer bestimmten Thematik sowohl klassische Choroplethenkarten, als auch kartographische Anamorphosen zu erstellen. Dadurch sollen einerseits die zuvor ausgearbeiteten theoretischen Grundlagen

auch durch eine graphische Umsetzung bekräftigt werden und andererseits sollen die kartographischen Darstellungen auch zur Beantwortung weiterer Arbeitsfragen herangezogen werden. Die aus dieser Arbeitsfrage gewonnenen Ergebnisse werden in der Masterarbeit sowohl in textlicher, als auch in graphischer und tabellarischer Form aufbereitet und präsentiert.

Arbeitsfrage 2:

Wie werden kartographische Anamorphosen von den Anwendern bewertet, sowohl hinsichtlich der kartographischen Gestaltung, als auch hinsichtlich der Informationsübertragung?

Durch diese Arbeitsfrage soll nun festgestellt werden, wie potentielle Nutzer kartographische Anamorphosen wahrnehmen und ob für sie solche kartenverwandten Darstellungsformen überhaupt als Analyseinstrument zur Bewältigung räumlicher Problemstellungen in Frage kämen. Zur Beantwortung dieser Arbeitsfrage werden die zuvor im Zuge der ersten Arbeitsfrage erstellten klassischen Choroplethenkarten und kartographischen Anamorphosen herangezogen und innerhalb eines Online-Fragebogens gegenübergestellt. Eine ausgewählte Probandengruppe soll bei dieser Befragung die beiden Darstellungen sowohl nach kartographischen, als auch nach inhaltlichen Aspekten bewerten und in weiterer Folge die gezeigten Inhalte interpretieren. Als Befragungs- und Analyseinstrument soll hierbei hauptsächlich das semantische Differential zum Einsatz kommen, welches in der empirischen Sozialforschung bereits öfters Verwendung gefunden hat. Dadurch lassen sich nach einer entsprechenden graphischen Aufbereitung die Meinungen und Tendenzen einer größeren Gruppe relativ schnell ermitteln. Die befragte Probandengruppe soll dabei von Personen aufgebaut werden, die noch keine allzu detaillierten Einblicke in die Kartographie besitzen und somit noch relativ wenig mit kartographischen Anamorphosen konfrontiert wurden. Grundsätzlich wäre hier die Grundgesamtheit beinahe unendlich groß, weshalb man zur Erlangung eines möglichst repräsentativen Ergebnisses auch eine extrem hohe Stichprobenzahl benötigen würde. Da dies weder im Zuge einer Masterarbeit, noch in vielen anderen wissenschaftlichen Arbeiten realisierbar wäre, sollen die Forschungs- und Arbeitsfragen dieser Masterarbeit auf Basis einer kleineren Gruppe von mindestens 100 Personen analysiert werden, die gleichermaßen als verkleinerte Grundgesamtheit angenommen wird. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden anschließend in der Masterarbeit ebenfalls sowohl in textlicher, als auch in graphischer

und tabellarischer Form aufbereitet und präsentiert.

Arbeitsfrage 3:

Welche technischen und inhaltlichen Möglichkeiten einer Animation kartographischer Anamorphosen gibt es und welches Potential zur Verwendung in weiterführenden Analysen und Prognosen steckt in den daraus resultierenden Ergebnissen?

Prinzipiell erfolgt der Vorgang zur Beantwortung dieser Arbeitsfrage analog zu jenem der ersten Arbeitsfrage: Durch eine reine Literaturrecherche sollen die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Animation kartographischer Anamorphosen theoretisch ausgearbeitet und vereinzelt sogar praktisch überprüft werden. Ebenso zielt auch hier die praktische Überprüfung darauf ab, zu einem bestimmten Thema sowohl eine animierte Choroplethenkarte, als auch eine dazugehörige animierte kartographische Anamorphose zu erstellen. Dadurch sollen die im Zuge der Literaturrecherche gesammelten Erkenntnisse auch in graphischer Form vermittelt werden, wobei die daraus resultierenden kartographischen Darstellungsformen in weiterer Folge auch zur Beantwortung der letzten Arbeitsfrage herangezogen werden. Die aus dieser Arbeitsfrage gewonnenen Ergebnisse werden in der Masterarbeit sowohl in textlicher, als auch in graphischer Form aufbereitet und präsentiert.

Arbeitsfrage 4:

Welche Auswirkungen haben animierte kartographische Anamorphosen auf das Verständnis und die Schlussfolgerungen der Anwender zu thematisch komplexen Sachverhalten?

Zur Beantwortung dieser Arbeitsfrage wird wiederum der zuvor thematisierte Online-Fragebogen herangezogen, in dem in einem zweiten Abschnitt die erstellte animierte Choroplethenkarte und animierte kartographische Anamorphose gegenübergestellt werden. Die Probandengruppe entspricht somit jener, die im Zuge der zweiten Arbeitsfrage schon ausreichend beschrieben wurde. Die Probanden werden in diesem Teil der Befragung darum gebeten, die dargestellten Inhalte zu interpretieren und zu kommentieren. Die aus dieser Arbeitsfrage gewonnenen Erkenntnisse werden in der Masterarbeit wiederum sowohl in textlicher, als auch in graphischer und tabellarischer Form aufbereitet und präsentiert.

1.3 Aufbau der Masterarbeit

Der Aufbau der vorliegenden Masterarbeit kann grundsätzlich in drei Blöcke gegliedert werden, die einerseits aufeinander aufbauen und andererseits ineinander greifen sollen. Die folgende Abbildung (Abb. 2) stellt die wesentlichen Inhalte der einzelnen Schwerpunkte dar:

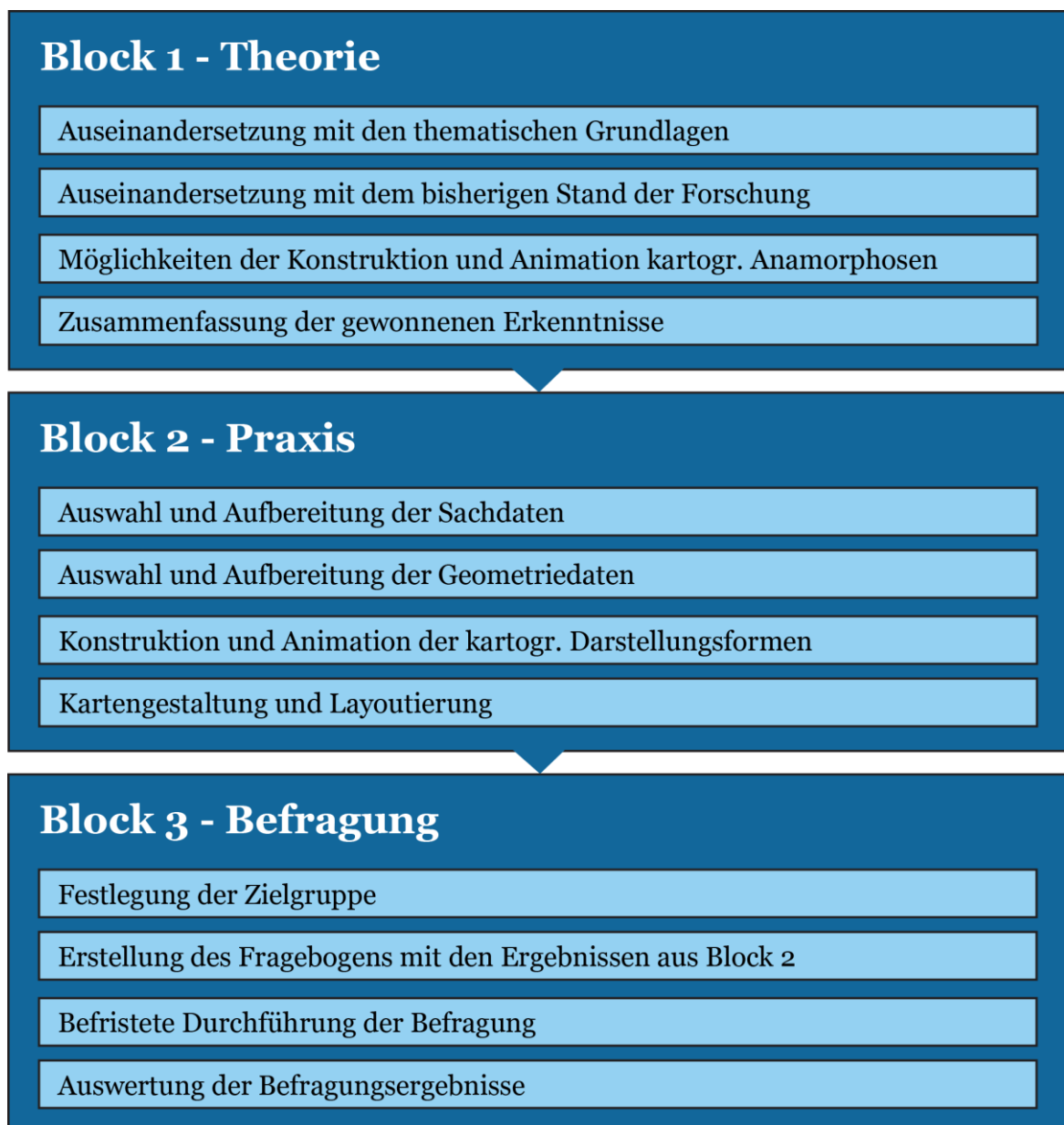


Abb. 2: Aufbau der Masterarbeit

Im ersten Block soll die grundlegende Theorie zum ausgewählten Thema studiert und der momentane Stand der Forschung ausgelotet werden. Ebenso sollen auch die Möglichkeiten der Konstruktion und Animation kartographischer Anamorphosen ausreichend analysiert und die aus diesem Block gewonnenen Erkenntnisse in ansprechender Form in der vorliegenden Masterarbeit zusammengefasst werden.

Im Anschluss daran werden die zuvor gesammelten Informationen im zweiten Block praktisch angewendet. Dementsprechend sollen hier geeignete Geometrie- und Sachdaten ausgewählt und aufbereitet werden, die im Anschluss daran zur Konstruktion diverser kartographischer Anamorphosen und klassischer Choroplethenkarten, sowohl in statischer, als auch in animierter Form, dienen sollen. Grundsätzlich haben die in diesem Block verfolgten Arbeitsschritte den Zweck, die Erkenntnisse des theoretischen Teils zu überprüfen, wobei die daraus erzielten kartographischen Ergebnisse auch im dritten Block, der Online-Umfrage, eingesetzt werden sollen. Durch die Gestaltung eines ansprechenden Layouts soll dieser Teilbereich abgeschlossen werden.

Zu guter Letzt wird die vorliegende Masterarbeit durch eine dem Thema entsprechende Online-Befragung abgerundet, wobei vor der Erstellung des Fragebogens die gewünschte Zielgruppe festgelegt werden muss. Nach der Durchführung der Befragung in einem bestimmten Zeitraum sollen die Befragungsergebnisse auch noch in graphischer und tabellarischer Form in dieser Masterarbeit präsentiert werden.

2 Allgemeine Betrachtung kartographischer Anamorphosen

Die Visualisierung und Abbildung der Erdoberfläche in vereinfachter und verkleinerter Form kann als traditionelle Hauptaufgabe der Kartographie angesehen werden. Die Entscheidung, welche Darstellungsform sich am besten dafür eignet, hängt vor allem vom Zweck der kartographischen Ausdrucksform, vom darzustellenden Inhalt, sowie auch vom Nutzerkreis ab und sollte vom Kartographen mit großer Sorgfalt gewählt werden, da dies in vielen Fällen auch über Erfolg oder Niederlage des kartographischen Produktes entscheiden kann. Die wohl gängigste und meist gewählte Darstellungsform ist hierbei die klassische Karte, worunter man das „verebnete, verkleinerte und erläuterte Grundrißbild der Erdoberfläche“ [ARN-77, S.15] versteht. DORLING (1996) fügt dem hinzu, dass diese zumeist zweidimensionalen Abbildungen der Erdoberfläche oftmals eine eins-zu-eins Beziehung zwischen bestimmten Orten in der Realität und den entsprechenden Orten in der Karte aufweisen [vgl. DOR-96, S.4]. Ebenso wird man hier aber auch immer mit der Frage konfrontiert, wie sich das dreidimensionale Geoid am besten auf einer ebenen, zweidimensionalen Bezugsfläche darstellen lässt, was seit jeher auch das Hauptproblem der Kartographie darstellt. Damit ein repräsentatives Abbild der Erde erzeugt werden kann, muss der Kartenautor in allen Phasen des kartographischen Produktionsprozesses stets danach trachten, dass die erstellte Darstellung den drei Treueigenschaften kartographischer Abbildungen (Flächen-, Strecken- und Winkeltreue) möglichst gerecht wird. Dadurch sollen die unvermeidbaren Verzerrungen im Kartenbild so gering wie nur möglich gehalten werden, was auch als grundlegende Prämisse bei der Erstellung von Kartenentwürfen angesehen werden kann.

Prinzipiell sind auch HAKE ET AL. (2002) der Ansicht, dass bei der Erstellung von Kartenentwürfen grundlegend darauf geachtet werden sollte, die nicht ausblendbaren Verzerrungen im Kartenbild so gering wie möglich zu halten [vgl. HAK-02, S.190]. Allerdings kann es bei bestimmten Themen oder für weitere Analysen durchaus von Vorteil sein, „dem Karteninhalt (1) größere Schwankungen in der Maßstabsgeometrie oder gar einen (2) nicht-geometrischen Maßstabsparameter aufzuzwingen“ [HAK-02, S.190]. Dadurch erhält man nicht-lineare kartographische Darstellungen, die von einem variablen Maßstab geprägt sind und in der deutschsprachigen Literatur kartographische Anamorphosen (engl. „cartograms“) genannt werden. Diese Darstellungsform kann dabei als besonderes Beispiel kartenverwandter Ausdrucksformen angesehen werden, weil die grundlegende

Prämisse, die Verzerrungen im Kartenbild so gering wie nur möglich zu halten, bewusst ignoriert wird und ihnen dennoch eine gewisse Verwandtschaft zu klassischen Karten nicht abgesprochen werden kann. Ebenso können kartographische Anamorphosen, ähnlich wie viele andere kartographische Darstellungsformen, ein brauchbares Hilfsmittel zur räumlichen Orientierung sein, wobei diese in einem etwas anderen Kontext gesehen werden muss: Während klassische Karten versuchen, den Betrachter sicher von Ort A nach Ort B zu navigieren bzw. ihm einen detaillierten Überblick über seine nähere Umgebung und den darin vorkommenden Gegebenheiten zu verschaffen, sollen kartographische Anamorphosen die Blicke der Kartennutzer auf bestimmte Regionen der Erde lenken, in denen die dargestellten Sachverhalte besonders stark ausgeprägt sind. Nach HAKE ET AL. (2002) geht somit „zwar der Bezug zum absoluten (geometrischen) Raum verloren, doch lassen sich andererseits geographische Erkenntnisse zum relativen Raum gewinnen“ [HAK-02, S.191].

Speziell in der thematischen Kartographie kann dieser relative Raum durchaus von Bedeutung sein, da man hier sehr oft mit Daten hantiert, die sich nicht auf eine bestimmte Fläche, sondern auf einen ganz anderen Parameter, wie beispielsweise die Bevölkerung beziehen. Allerdings konnten sich kartographische Anamorphosen zur Darstellung thematischer Sachverhalte nur bedingt durchsetzen, weshalb der Einsatz so genannter Choroplethenkarten nach wie vor Gang und Gebe ist, die den thematischen Inhalt mittels klassifizierter Flächeneinfärbung darstellen. Oftmals zieht man dafür flächentreue Projektionen heran, was laut BURGDORF (2008) unweigerlich zu Problemen führt, da dadurch „die Größe der Bezugseinheiten und nicht die Verteilung der thematischen Daten selbst in den Vordergrund tritt“ [BUR-08, S.234]. BURGDORF und HUTER (2009) sehen darin weiterführende Schwierigkeiten: Größeren Flächen im Kartenbild wird aufgrund der dargestellten Gleichverteilung des thematischen Merkmals dadurch mehr Gewicht zugesprochen, obwohl gegebenenfalls die dazugehörigen Bezugswerte in anderen Regionen größer sein können. Dies verleitet den Kartennutzer in weiterer Folge dazu, den dargestellten Inhalt falsch zu interpretieren, da in einem größeren Verband von Elementen erfahrungsgemäß zuerst größere Muster erkannt und aufgenommen werden [vgl. BUR-09b, S.610]. Als Beispiel stelle man sich hierzu klassische Bevölkerungskarten vor, die in Form von Choroplethenkarten aufbereitet wurden. Durch die Verwendung von Choroplethenkarten zur Darstellung der jeweiligen Bevölkerung eines Staates wird dem Betrachter eine Gleichverteilung der entsprechenden Merkmale über die gesamte Bezugsfläche suggeriert, was in der Realität natürlich unmöglich vorkommen kann. KEIM und NORTH (2005) beschreiben dieses Problem folgendermaßen: „In a conventional

choropleth map, for example, where parameter vectors are encoded by coloring the regions, important values in small, densely populated areas can be barely visible, while less important values spread out over large, sparsely populated areas seem emphasized. Such maps, therefore, tend to highlight patterns in areas with few people“ [KEI-05, S.60]. Diese kognitive Verknüpfung des thematischen Inhaltes mit den entsprechenden Flächengrößen der jeweiligen Bezugseinheiten kann in weiterer Folge zu einer Fehlinterpretation des thematischen Sachverhaltes durch den ungeübten Kartennutzer führen. Da sich die meisten raumbezogenen Informationen, die in der thematischen Kartographie dargestellt werden, nicht direkt auf die ausgewählte Bezugsfläche, sondern auf einen anderen Parameter beziehen, muss nach einer alternativen Lösung gesucht werden. Als brauchbare Alternativen können dabei durchaus kartographische Anamorphosen in Betracht gezogen werden, da sich diese nicht auf fixe Bezugsflächen beziehen, sondern eine wertproportionale Skalierung der Darstellungseinheiten vornehmen.

Das Ergebnis dieser merkmalsbezogenen Darstellungsform sind in ihrer Geometrie stark verzerrte Karten, die dem Betrachter die Erdoberfläche bzw. einen gewissen Ausschnitt davon aus einer neuen und zumeist ungewohnten Perspektive präsentieren. Nach BURGDORF und HUTER (2009) sind die oben erwähnten Verzerrungen „immer dort am größten, wo die höchsten Sprünge im Verhältnis zwischen Variablenwert und der ursprünglichen Gebietsgröße auftreten“ [BUR-09b, S.611]. Allerdings weisen auch kartographische Anamorphosen gewisse Nachteile auch, weshalb auch sie durchaus mit einem kritischen Auge betrachtet werden müssen. Die folgenden Kapitel dieser Masterarbeit gehen näher auf diese kartenverwandten Darstellungsformen ein, zeigen ihre Vor- und Nachteile auf und analysieren auch ihr Potential zur ansprechenden und zielführenden Vermittlung thematischer Inhalte.

3 Typen kartographischer Anamorphosen

Grundsätzlich lassen sich mit den distanzproportionalen und flächenproportionalen Anamorphosen zwei wesentliche Typen dieser kartenverwandten Darstellungsform unterscheiden. Während mit der ersten Variante die zeitliche Dimension im Kartenbild dargestellt wird, kommt es bei der letzteren Variante zu einer themenbezogenen wertproportionalen Skalierung der Flächeninhalte der zugrundeliegenden Raumeinheiten. Zusätzlich können flächenproportionale Anamorphosen auch noch in weitere Subtypen untergliedert werden: Neben zusammenhängenden und nicht-zusammenhängenden Anamorphosen, wird auch zwischen Kreisanamorphosen und rechteckigen Anamorphosen, sowie Pseudo-Anamorphosen unterschieden, die allesamt in den folgenden Subkapiteln näher thematisiert werden.

Zusätzlich soll in diesem Kapitel der Blick auch auf jene Vorstellungsbilder der Realität gerichtet werden, deren Konstruktion zwar nicht auf einem bestimmten Algorithmus beruht, aber die dennoch die individuelle Wahrnehmung der Umwelt in verzerrter und subjektiv aufgefasster Form zeigen. Die Rede ist hier von kartographischen Karikaturen und kognitiven Karten (engl. „mental maps“), die die subjektiven Ansichten und Auffassungen menschlicher Individuen darstellen und in dieser Masterarbeit unter dem Begriff „kognitive kartographische Anamorphosen“ zusammengefasst werden.

3.1 Distanzproportionale Anamorphosen

Die moderne Gesellschaft ist geprägt von einer steigenden Mobilität, wobei Fortschritt in vielen Bereichen mit Beschleunigung gleichzusetzen ist. Längere Distanzen können mittlerweile immer schneller überbrückt werden, wodurch der dazwischen liegende Raum gleichermaßen zu „schrumpfen“ scheint [vgl. SPI-93, S.3]. Dies wird vor allem durch die immer besser werdenden technischen Möglichkeiten, wie leistungsfähigere Kraftfahrzeuge oder Hochgeschwindigkeitszüge, sowie auch durch den stetigen Ausbau der dafür notwendigen Infrastruktur, wie verdichtete Autobahn- bzw. Eisenbahnnetze, gewährleistet. Aus solchen dichteren Netzwerken und besseren Erreichbarkeiten wird der für eine bestimmte Wegstrecke benötigte Zeitfaktor dementsprechend verkürzt, wodurch wir unsere räumlichen Ziele schneller und bequemer erreichen können. Für die Kartographie stellt sich an dieser Stelle die Frage, wie man die eben erwähnte zeitliche Dimension in

visuell ansprechender und für Kartennutzer verständlicher Art und Weise darstellen kann. Eine Möglichkeit bieten dabei distanzproportionale Anamorphosen (engl. „distance cartograms“), die nicht auf der tatsächlichen räumlichen Distanz zwischen zwei benachbarten Punkten, sondern auf der für die Zurücklegung der Wegstrecke benötigten Zeit aufbauen. Die beiden Kartendarstellungen in Abb. 3 wurden der Homepage von SPIEKERMANN und WEGENER (2014) entnommen und zeigen einerseits eine thematisch unverzerrte Basiskarte von Europa und andererseits eine distanzproportionale Anamorphose desselben räumlichen Ausschnittes bezogen auf die Eisenbahnreisezeiten im Jahr 1993. Die beiden Autoren wollen durch derartige Darstellungen aufzeigen, wie schnell und in welchem Ausmaß manche Teile des realen physischen Raumes aufgrund des Vorhandenseins verschiedener Netzwerke „schrumpfen“ können und beweisen somit, dass sich die zeitliche Dimension recht gut mittels distanzproportionaler Anamorphosen darstellen lässt [vgl. SPI-14]:

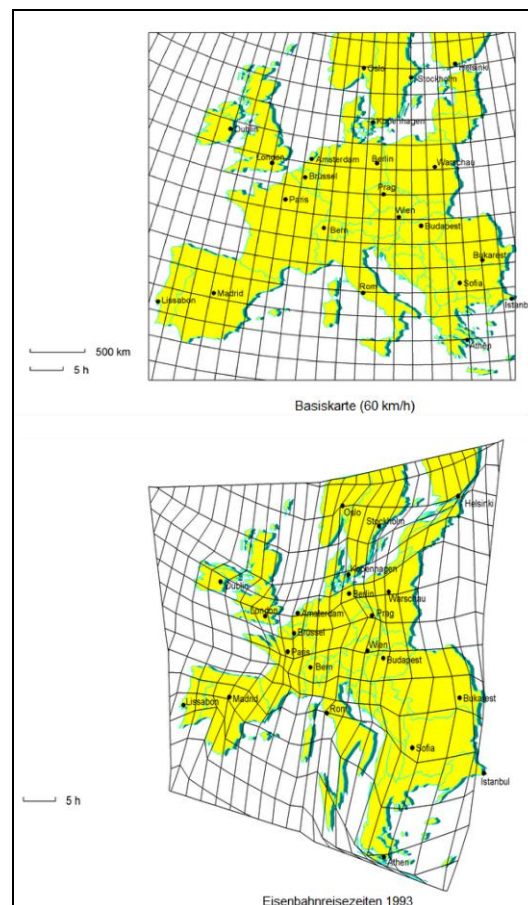


Abb. 3: Vergleich – Basiskarte Europas und distanzproportionale Anamorphose bezogen auf die Eisenbahnreisezeiten im Jahr 1993 [aus SPI-14]

SHIMIZU und INOUE (2009) definieren distanzproportionale Anamorphosen dabei folgendermaßen: „A distance cartogram is a diagram that visualizes the proximity indices between points in a network, such as time-distances between cities“ [SHI-09, S.1453]. Demnach sollen distanzproportionale Anamorphosen ein adäquates Hilfsmittel zur Visualisierung zeitlicher Distanzen zwischen zwei benachbarter Punkte im euklidischen Raum sein, die dem Betrachter den jeweiligen Zeitbedarf zur Überwindung der Wegstrecke zwischen diesen Punkten auch graphisch näher bringen sollen. Sie stellen somit den „Zeit-Raum“ (engl. „time-space“) dar, weshalb in diesem Zusammenhang auch häufig der Terminus „Zeitkarte“ Verwendung findet. SLOCUM ET AL. (2005) weisen dahingehend auch auf die besondere Eignung von Anamorphosen zur Visualisierung der zeitlichen Dimension hin: „Here cartograms are appropriate because the time between (and order of) stops is more important than the actual distance between the stops“ [SLO-05, S.361].

Es ist hier auch durchaus nachvollziehbar, dass sich aufgrund der Darstellung der zeitlichen Dimension anstelle der räumlichen Dimension auch der zugrundeliegende Maßstab ändern muss: Anstelle eines Maßstabes, der räumliche Einheiten, wie beispielsweise Meter oder Kilometer verwendet, tritt nun ein zeitlicher Maßstab, der sich auf zeitliche Einheiten, wie beispielsweise Minuten oder Stunden bezieht [vgl. ESP-04, S.257]. Somit lassen sich die Verzerrungen im Kartenbild leichter erfassen und interpretieren, was auch im ESPON PROJECT 1.2.1 (2004) thematisiert wird: Je kürzer die Reisezeit zwischen zwei benachbarten Orten im Raum ist, desto näher liegen sie in der distanzproportionalen Anamorphose beieinander. Umgekehrt sind zwei Orte, die in Zeitkarten scheinbar weit auseinander liegen, von einem hohen Zeitaufwand zur Überwindung der Wegstrecke geprägt [vgl. ESP-04, S.257]. Das Ausmaß der Verzerrungen im Kartenbild hängt allerdings auch davon ab, ob es sich hierbei um eine distanzproportionale Anamorphose des totalen Netzwerkes, oder um jene des partiellen Netzwerkes handelt. Laut SHIMIZU und INOUE (2009) werden bei der ersten Variante alle Punkt-Paare einer räumlichen Grundeinheit in die Berechnung miteinbezogen, während im Zuge der zweiten Variante nur eine begrenzte Anzahl an benachbarten Punkten im Raum, wie beispielsweise entlang von Hauptverkehrsrouten, berücksichtigt wird [vgl. SHI-09, S. 1454]. Ebenso darf man hier die erlaubten Höchstgeschwindigkeiten auf gewissen Abschnitten des jeweiligen Netzwerkes nicht außer Acht lassen. Diese sind je nach Typ und/oder Zustand der einzelnen Teilstücke eines Verkehrsnetzes unterschiedlich und regeln somit auch den Zeitaufwand zur Bewältigung einer bestimmten Wegstrecke. Wären in einem Netzwerk überall die gleichen Höchstgeschwindigkeiten erlaubt, würde man als kartographisches Ergebnis eine gewöhnliche, thematisch unverzerrte Karte erhalten.

Zur Erstellung solcher distanzproportionaler Anamorphosen zieht man häufig die Methode der multidimensionalen Skalierung (MDS) heran. Laut SPIEKERMANN und WEGENER (1993) werden dabei die Unterschiede zwischen benachbarter Phänomene, wie beispielsweise Orte oder beliebige Punkte im Raum, miteinander verglichen und danach dahingehend positioniert, dass sie den erwarteten Abständen zueinander entsprechen [vgl. SPI-93, S.10]. Die zu erwartenden Abstände kann man bei distanzproportionalen Anamorphosen mit den zeitlichen Entfernungen zwischen zwei benachbarten Orten gleichsetzen. Der größte Nachteil dieser Methode liegt vermutlich darin, dass die zur Berechnung herangezogenen Punkte lediglich nach einer bestimmten Variable (wie beispielsweise anhand des zeitlichen Abstandes zwischen ihnen) neu positioniert werden, wobei den topologischen Verhältnissen im Kartenbild dabei kaum Beachtung geschenkt wird [vgl. SPI-93, S.12]. Allerdings wirft RASE (1997a) ein, dass die Erhaltung der topologischen Strukturen am Kartenblatt für die Wiedererkennung und Informationsaufnahme durch den Betrachter von großer Bedeutung ist und somit keinesfalls aufgegeben werden sollte [vgl. RAS-97a, S.84]. Um nun zu vermeiden, dass sich gewisse geometrische Formen und Objekte, die in der Realität normalerweise relativ weit auseinander liegen, in distanzproportionalen Anamorphosen kreuzen oder sogar überlappen, verfolgen SPIEKERMANN und WEGENER (1993) den Ansatz der schrittweisen multidimensionalen Skalierung (SMDS): Die zugrundeliegende räumliche Grundeinheit wird hierfür in kleinere ringförmige Ausschnitte aufgeteilt, auf denen das zuvor beschriebene MDS-Verfahren iterativ und somit in mehreren aufeinander folgenden Runden ausgeführt wird [vgl. SPI-93, S.20]. Durch diese Vorgehensweise erhält man eine distanzproportionale Anamorphose, in der die topologischen Verhältnisse weitgehend erhalten bleiben und die somit die Wiedererkennung der räumlichen Grundstrukturen durch die Kartennutzer wesentlich erleichtert.

3.2 Flächenproportionale Anamorphosen

Flächenproportionale Anamorphosen (engl. „area cartograms“) sind der wohl am häufigsten eingesetzte Typ kartographischer Anamorphosen und besitzen laut HOUSE und KOCCOUD (1998) folgenden Zweck: „Area cartograms are often used for visualization of the geographic distribution of “routine” data in a variety of disciplines, including political science, social demographics, epidemiology and business” [HOU-98, S.197]. Damit die Verteilung solcher „routinemäßiger“ Daten, wie sie im vorherigen Zitat bezeichnet wur-

den, in Form einer flächenproportionalen Anamorphose dargestellt wird, werden die ursprünglichen, gewöhnlichen Umrisse der zugrundeliegenden Raumeinheiten derart verändert und neu positioniert, sodass ihre Flächengrößen proportional zu den verschiedenen Werten einer ausgesuchten thematischen Variablen sind. Im englischen Sprachraum wird dieser Typ kartographischer Anamorphosen auch häufig „value-by-area map“ bezeichnet, wodurch jeder Wert durch eine bestimmte Flächengröße im Kartenbild repräsentiert wird. Ein weiterer Terminus wird in diesem Zusammenhang auch von TOBLER (1986) verwendet, der in seinem Beitrag „Pseudo-Cartograms“ fast ausschließlich von pyknomirastischen (masseverteilenden) Kartenprojektionen (engl. „pycnomirastic map projections“) spricht [vgl. TOB-86].

Allerdings können in flächenproportionalen Anamorphosen bestimmte Regionen bis zur Unkenntlichkeit verzerrt werden, sodass sie dem ungeübten Betrachter die inhaltliche Interpretation doch deutlich erschweren können. Um nun einzelne räumliche Einheiten in der Anamorphosendarstellung besser wiedererkennen zu können, kann man unterschiedliche Ansätze verfolgen: RASE (1997a) fordert beispielsweise, dass die topologischen Beziehungen benachbarter Raumeinheiten unbedingt eingehalten werden müssen und dass dem Kartennutzer zusätzlich auch noch die ursprüngliche Ausgangskarte zum Vergleich vorliegen muss [vgl. RAS-97a, S.84]. Unter Umständen kann man auch die flächenproportionale Anamorphose mit der ursprünglichen, thematisch unverzerrten Karte verschneiden und sie überlagern, was auch in der Studie dieser Masterarbeit berücksichtigt wurde und in folgender Abbildung (Abb. 4) gezeigt wird:

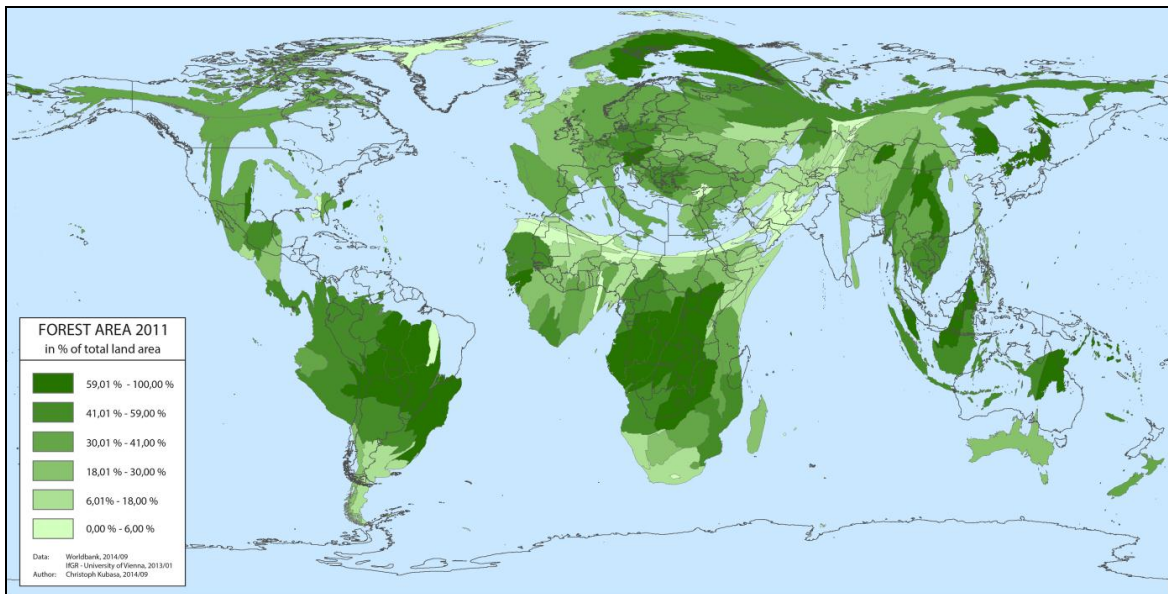


Abb. 4: Kombination einer kartographischen Anamorphose mit ursprünglichen, auf einer Platkarte dargestellten Staatsgrenzen

Bei flächenproportionalen Anamorphosen lassen sich auch unterschiedliche Subtypen unterscheiden, die in den nun folgenden Subkapiteln näher thematisiert werden. Neben zusammenhängenden Anamorphosen, bei denen topologische Beziehungen weitgehend aufrechterhalten bleiben, werden hier auch nicht-zusammenhängende Anamorphosen behandelt, die genau das Gegenteil aufweisen. Zusätzlich wird hier auch noch zwischen Kreisanamorphosen und rechteckigen Anamorphosen, die sich einfacher geometrischer Grundformen bedienen, sowie Pseudo-Anamorphosen unterschieden.

3.2.1 Zusammenhängende Anamorphosen

Zusammenhängende Anamorphosen (engl. „continuous/contiguous cartograms“) zeichnen sich durch eine wertproportionale Skalierung der zugrundeliegenden räumlichen Bezugseinheiten aus, wobei die ursprünglichen Nachbarschaftsbeziehungen beibehalten werden. INOUE und SHIMIZU (2006) finden dafür folgende Definition: „A continuous area cartogram is a deformed map obtained by resizing its regions according to the statistical data of the regions; it preserves the boundary relationships of its regions on the geographical map“ [INO-06, S.115]. Die selbe Meinung vertreten auch FLORISSON ET AL. (2005): „The standard type (the contiguous cartogram) has deformed regions so that the

desired sizes can be obtained and the adjacencies kept” [FLO-05, S. 372]. Somit entsteht eine flächenproportionale Anamorphose, die sich dem Betrachter als zusammenhängender und lückenloser Komplex verzerrter räumlicher Einheiten präsentiert. Die folgende Abbildung (Abb. 5) zeigt ein globales Beispiel einer zusammenhängenden Anamorphose, die die Geburtenrate im Jahr 2012 pro 1000 Personen darstellt:

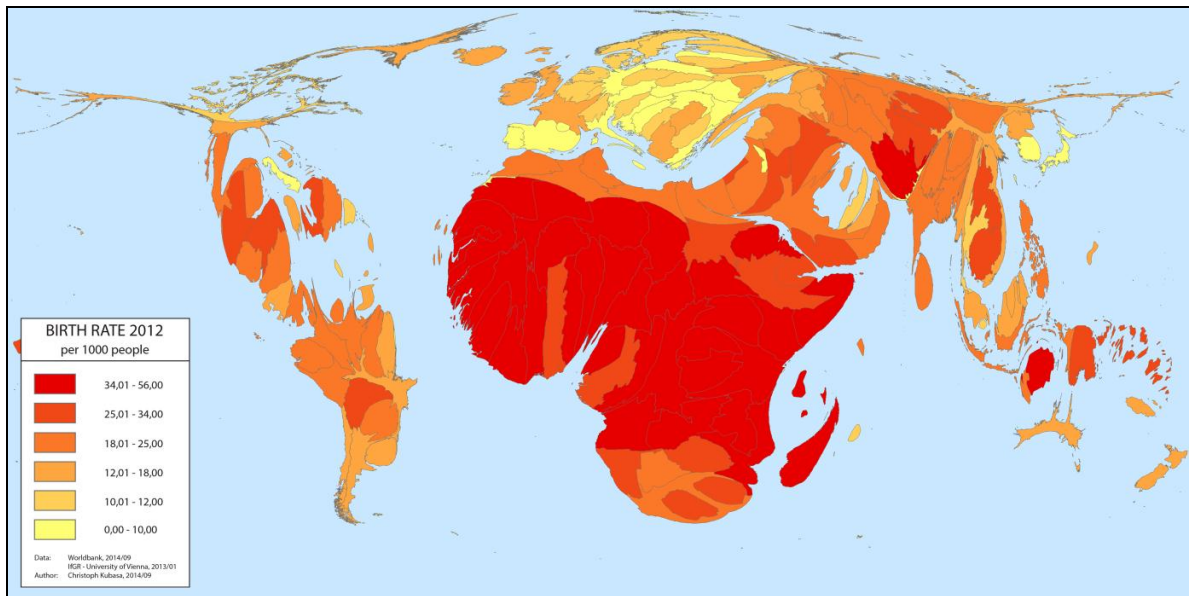


Abb. 5: Zusammenhängende Anamorphose – Geburtenrate pro 1000 Personen (2012)

Laut BURGDORF (2009a) wird dabei das Kartenbild aufgrund der strengen Beibehaltung topologischer Strukturen und der gleichzeitigen wertproportionalen Veränderung der Flächeninhalte dementsprechend verzerrt [vgl. BUR-09a, S.693]. Je nach dargestelltem Thema bzw. den damit einhergehenden Werten einer ausgewählten Variablen kann die kartographische Anamorphose dabei so sehr verzerrt werden, dass eine reibungslose Interpretation durch den Betrachter nicht mehr möglich ist. Es ist hier nun die Aufgabe des Kartographen je nach Zweck und Zielsetzung zu entscheiden, welche thematischen Sachverhalte sich noch adäquat mittels einer zusammenhängenden Anamorphose darstellen lassen und bei welchen Inhalten man sich doch eher traditionellen kartographischen Darstellungsformen bedienen sollte. Dabei sollte folgendes Zitat als Leitsatz dienen: „A good continuous area cartogram solution maintains the topology of accurately deformed areas while also preserving recognizable regional boundaries so that the map can still be read correctly“ [HOU-98, S.197].

Zur Erstellung solcher zusammenhängender Anamorphosen wurden in der Vergangenheit verschiedenste Algorithmen entwickelt, von denen eine Auswahl davon in Kapitel 5 (S. 43) auch näher beschrieben wird.

3.2.2 Nicht-zusammenhängende Anamorphosen

SUN und LI (2010) finden für nicht-zusammenhängende Anamorphosen (engl. „non-continuous/non-contiguous cartograms“) folgende Definition: „In a non-continuous cartogram, geographical regions need not have connection with their adjacent regions, so that they can be freely extended and/or shrunk with a specified value“ [SUN-10, S.13]. Die Vernachlässigung der topologischen Beziehungen in diesem Subtyp flächenproportionaler Anamorphosen hat zur Folge, dass ursprünglich benachbarte Regionen einer bestimmten räumlichen Bezugseinheit in der verzerrten Anamorphose nicht mehr zwangsläufig miteinander verbunden sein müssen und somit Lücken zwischen den wertproportional skalierten Raumeinheiten auftreten können. Da dadurch in weiterer Folge die ursprüngliche Form der räumlichen Basiseinheiten weitestgehend beibehalten werden kann, weisen nicht-zusammenhängende Anamorphosen einen großen Vorteil gegenüber ihren zusammenhängenden Pendanten auf, da dies die Interpretation der Kartennutzer doch wesentlich erleichtern kann. Die ursprünglichen Formen können dabei auch durch einfache geometrische Objekte, wie beispielsweise Kreise oder Rechtecke ersetzt werden. Die fehlenden Nachbarschaftsbeziehungen zwischen den einzelnen Flächeneinheiten können allerdings auch als Nachteil nicht-zusammenhängender kartographischer Anamorphosen angesehen werden, da dem Betrachter der Zusammenhang zu übergeordneten Strukturen relativ schnell verloren gehen kann.

Auf der von der University of California in Santa Barbara entstandenen und vom National Center for Geographic Information and Analysis gehosteten Website mit dem Titel „Cartogram Central“ unterscheiden BORTINS und DEMERS (2002) zwischen zwei wesentlichen Typen nicht-zusammenhängender Anamorphosen, nämlich zwischen überlappenden und nicht-überlappenden Anamorphosen [vgl. BOR-02]. Darin wird beschrieben, dass bei überlappenden, nicht-zusammenhängenden Anamorphosen die gewichteten Schwerpunkte aller in die Berechnung miteinbezogenen Flächeneinheiten erhalten bleiben, was zur Folge hat, dass die entsprechenden Polygone nicht von diesen gewichteten Schwerpunkten abweichen und somit nicht neu positioniert werden. Diese stationäre wertproportionale Skalierung diverser Flächeneinheiten führt unausweichlich zu einer

gegenseitigen Überlappung der einzelnen Polygone. Dies versucht man bei nicht-überlappenden, nicht-zusammenhängenden Anamorphosen dadurch zu vermeiden, indem man die gewichteten Schwerpunkte der einzelnen Flächen außer Acht lässt und die betroffenen Objekte im Kartenbild neu positioniert [vgl. BOR-02]. Das folgende Beispiel in Abb. 6 wurde der zuvor erwähnten Homepage entnommen und zeigt beide Typen nicht-zusammenhängender Anamorphosen: Auf der linken Seite ist dabei das Beispiel mit den sich gegenseitig überlappenden Polygonen zu sehen, während auf der rechten Seite die nicht-überlappende Variante dargestellt wird:

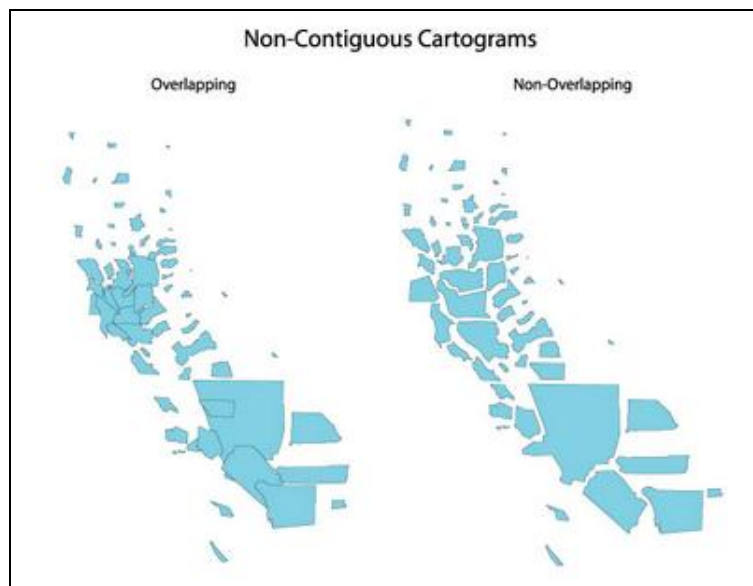


Abb. 6: Gegenüberstellung einer überlappenden und einer nicht-überlappenden zusammenhängende Anamorphose [aus BOR-02]

3.2.3 Kreisanamorphosen (Dorling's Anamorphosen)

Wie bereits im vorherigen Subkapitel dieser Masterarbeit erwähnt wurde, ist es auch möglich, sich in kartographischen Anamorphosen anstelle der ursprünglichen Umrisse der jeweiligen Polygone einfacheren geometrischen Formen zu bedienen, wie beispielsweise Kreise. Diese kartographischen Anamorphosen werden auch Dorling's Anamorphosen (engl. „Dorling cartograms“) genannt, wobei sie ihren Namen von ihrem wohl größten Vertreter, Daniel Dorling, erhalten haben. Dorling, der sich zumeist mit bevölkerungsgeographischen Angelegenheiten beschäftigt, hat diesen Subtyp flächenpro-

portionaler kartographischer Anamorphosen in einer Vielzahl von Publikationen aufgegriffen und anhand von realitätsnahen Beispielen auch ausreichend thematisiert [vgl. DOR-93, DOR-94, DOR-95, DOR-96]. In seinen Arbeiten verwendet er hauptsächlich Kreise zur Vereinfachung der ursprünglichen räumlichen Einheiten, wobei die Größe dieser vereinfachten geometrischen Formen von den jeweiligen Werten der darzustellenden Variablen abhängig ist. Aus diesem Grund kann für diese Form flächenproportionaler Anamorphosen auch der Begriff „Kreisanamorphose“ (eng. „circular cartogram“) herangezogen werden. Die folgende Abbildung (Abb. 7) zeigt dabei ein Beispiel einer Kreisanamorphose, wobei in diesem Fall die Bevölkerungsverteilung in den USA im Jahr 1990 gezeigt wird:

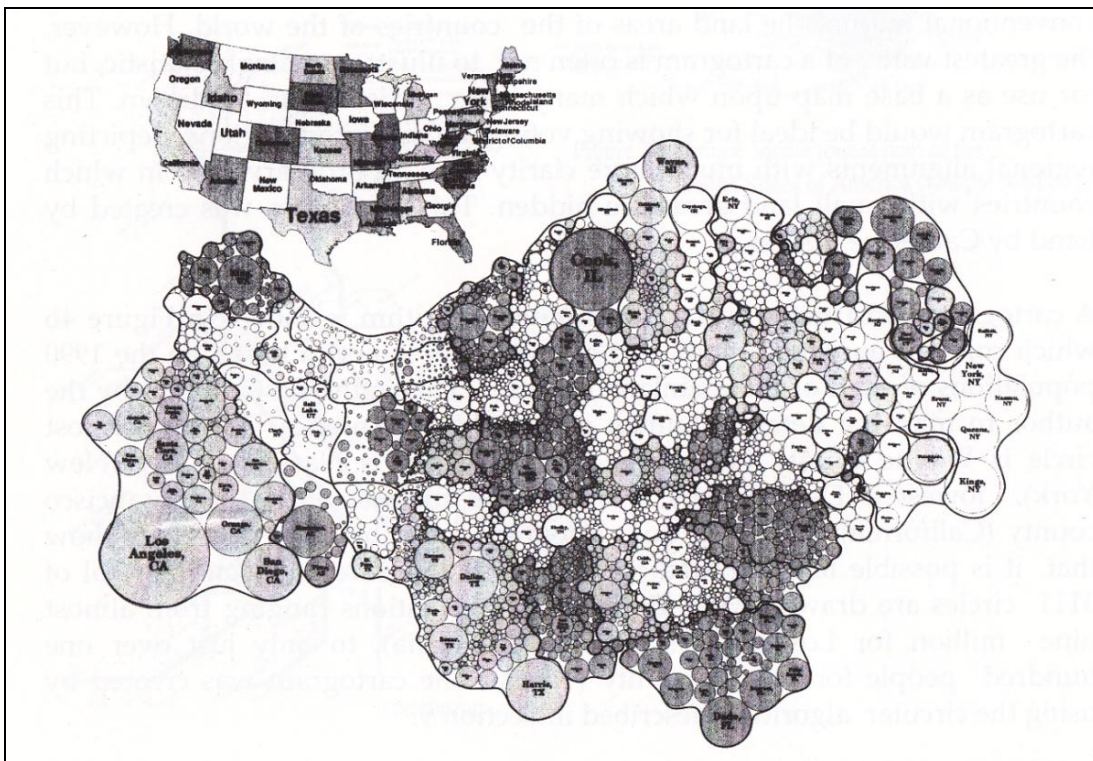


Abb. 7: Kreisanamorphose – Bevölkerungsverteilung in den USA (1990) [aus DOR-96, S.16]

SLOCUM ET AL. (2005) definieren Dorling's kartographische Anamorphosen folgendermaßen: „[...], Daniel Dorling has developed an algorithm in which uniformly shaped symbols (typically circles) represent each enumeration unit. A circle's size is a function of the magnitude of the phenomenon being mapped, which in Dorling's case is normally

population” [SLO-05, S.360]. Dabei ist auffallend, dass weder auf die Beibehaltung der ursprünglichen Form der zugrundeliegenden räumlichen Einheiten, noch auf die Berücksichtigung des gewichteten Schwerpunktes der entsprechenden Polygone geachtet wird. Grundsätzlich weist DORLING (1993) jedoch darauf hin, dass bei der Erstellung solcher Formen kartographischer Anamorphosen sehr wohl darauf geachtet wird, dass die topologischen Strukturen zwischen den Flächeneinheiten, je nachdem ob sie sich in der Realität eine gemeinsame Grenze teilen, auch berücksichtigt werden. Allerdings ist dies je nach Anzahl der verwendeten Kreise, sowie auch von den eingesetzten Werten der ausgewählten Variablen oft nur bedingt möglich, wodurch sich dadurch oft Charakteristiken einer nicht-zusammenhängenden Anamorphose herauskristallisieren [vgl. DOR-93, S.172]. Um Überlappungen der einzelnen Kreise im Kartenbild zu vermeiden, behandelt Dorling die jeweiligen räumlichen Bezugseinheiten nach deren wertproportionalen Verzerrung wie Objekte in einem Gravitationsmodell, wobei die entsprechenden Polygone von jenen Polygonen abgestoßen werden, mit denen sie überlappen und sie im Gegenzug von jenen Kreisen angezogen werden, mit der sie sich auch in der Realität eine gemeinsame Grenze teilen [vgl. DOR-96, S.32]. Zur Erstellung solcher Kreisanamorphosen wird im Kapitel 5.3 (S. 48) dieser Masterarbeit noch näher eingegangen.

An dieser Stelle muss aber festgehalten werden, dass die Verwendung von Kreisen zur Darstellung bestimmter thematischer Sachverhalte keine sonderliche Neuerung in der thematischen Kartographie darstellt. Schon sehr früh wurde erkannt, dass einfache geometrische Formen von den Betrachtern leichter erkannt und miteinander verglichen werden können. Darin besteht auch der große Vorteil solcher Kreisanamorphosen im Vergleich zu den sonst üblichen zusammenhängenden oder nicht-zusammenhängenden Anamorphosen, deren Bild hauptsächlich von komplexeren Polygonen geprägt ist.

3.2.4 Rechteckige Anamorphosen

Neben Dorling haben sich auch noch andere Autoren mit dem Thema vereinfachter Geometrien in kartographischen Anamorphosen befasst und zum Teil auch eigene Formen daraus entwickelt. So sollen hier auch noch rechteckige Anamorphosen (engl. „rectangular cartograms“) kurz thematisiert werden, da sie sich ähnlich wie in Dorling’s Kreisanamorphosen vereinfachten geometrischen Objekten bedienen. VAN KREFELD und SPECKMANN (2004) definieren rechteckige Anamorphosen dabei folgendermaßen: „Each region is represented by a single rectangle, which has the great advantage that the sizes

(area) can be estimated much better [...]“ [VAN-04, S.176]. Des Weiteren führen sie aus, dass eine gute rechteckige Anamorphose durch verschiedene Faktoren bestimmt wird, wie beispielsweise, dass die korrekten Nachbarschaftsbeziehungen in der Realität auch innerhalb der rechteckigen Anamorphose beibehalten werden oder dass auch die relativen Positionen der verwendeten Rechtecke mit der realen Situation übereinstimmen [vgl. VAN-04, S.176]. Vor allem erstere genannte Bedingung kann aber oft nicht eingehalten werden, was wiederum von der Anzahl der eingesetzten Rechtecke, sowie von den entsprechenden Werten der ausgewählten Variablen abhängig ist.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen solche rechteckigen Anamorphosen: Abb. 8 wurde aus dem Beitrag von FLORISSON ET AL. (2005) entnommen und stellt dabei ein Layout für Europa mit rechteckigen Polygonen ohne thematische Verzerrung dar, während Abb. 9 aus VAN KREFELD und SPECKMANN (2004) entnommen wurde und mit der Darstellung der indigen Bevölkerung der USA sehr wohl einen thematischen Sachverhalt aufgreift:

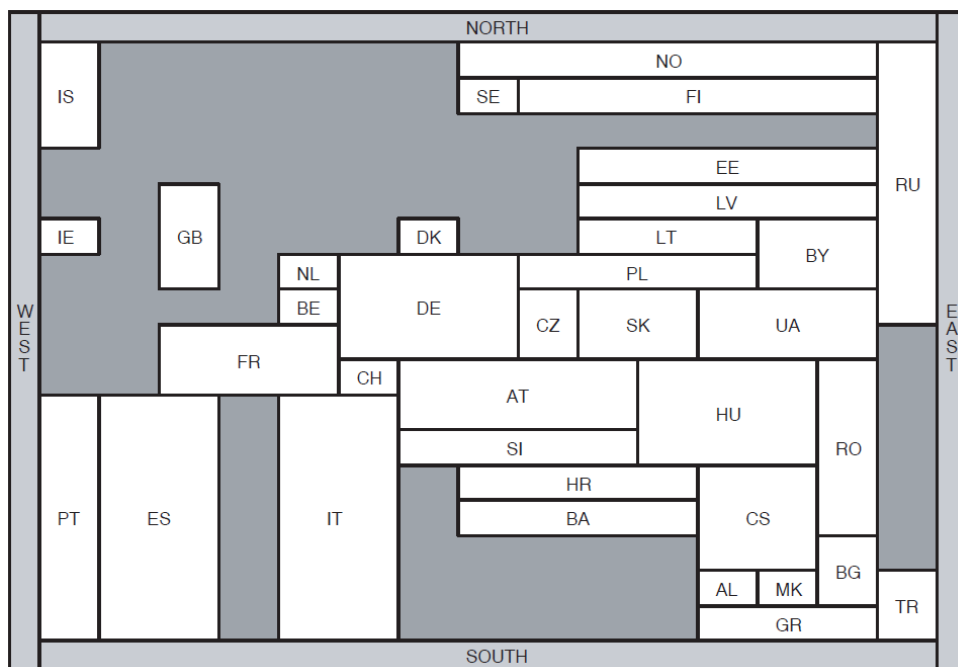


Abb. 8: Rechteckige Anamorphose – Layout für Europa ohne thematische Verzerrung
[aus FLO-05, S.372]

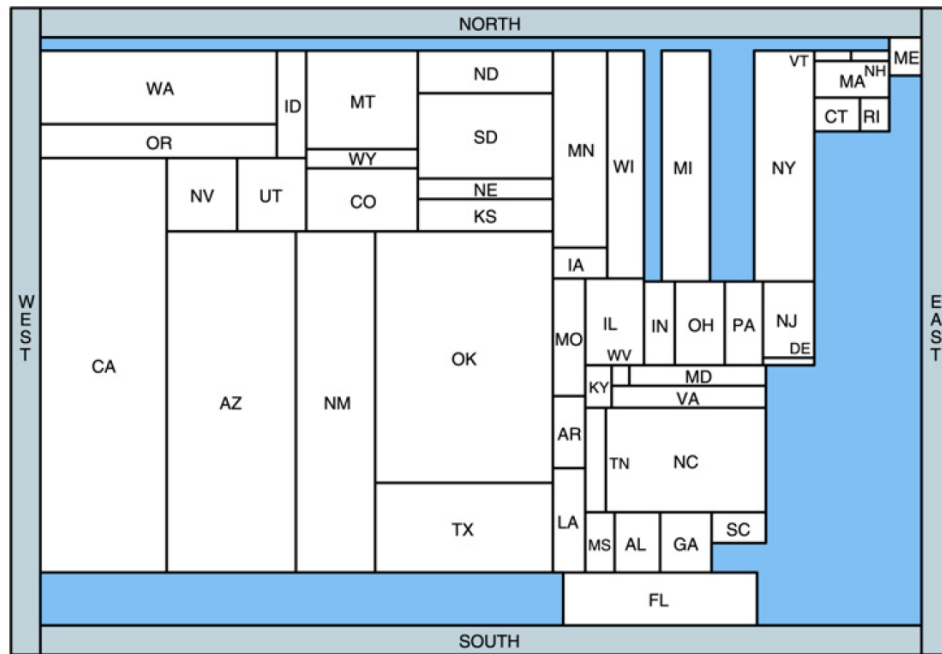


Abb. 9: Rechteckige Anamorphose – Verteilung der indigenen Bevölkerung in den USA [aus VAN-04, S.185]

Zur Erstellung rechteckiger Anamorphosen wurden bisher nur sehr wenige Algorithmen entwickelt. Einen Ansatz bieten dabei HEILMANN ET AL. (2004), die mit ihrem Algorithmus namens „RecMap“ solche Formen flächenproportionaler Anamorphosen bereits erfolgreich realisieren konnten [vgl. HEI-04].

3.2.5 Pseudo-Anamorphosen

Pseudo-Anamorphosen (engl. „pseudo-cartograms“) wurden vor allem von TOBLER (1986) geprägt und in seinem Beitrag „Pseudo-Cartograms“ ausführlich behandelt [vgl. TOB-86]. SUN und LI (2010) definieren diesen Typ kartographischer Anamorphosen dabei folgendermaßen: „Pseudo-cartogram is also called false cartogram. It looks like a cartogram, but it is not a true cartogram, since it does not follow certain cartogram rules“ [SUN-10, S.14]. Das bedeutet, dass diese Form flächenproportionaler Anamorphosen zwar den bekannten Anamorphosendarstellungen bezüglich ihres Aussehens sehr ähnlich sind, allerdings nicht den konventionellen Regeln zur Anamorphosenerstellung entsprechen. BORTINS und DEMERS (2002) beschreiben den Vorgang dabei so, dass die zugrundeliegenden räumlichen Bezugseinheiten nicht direkt durch den Wert einer bestimmten

Variablen verzerrt werden, sondern dass die jeweiligen Verbindungen zwischen den entsprechenden Polygonen auf ein spezielles Referenznetz übertragen werden um so den gewünschten Verzerrungseffekt zu erreichen [vgl. BOR-02]. Allerdings werden Pseudo-Anamorphosen nur sehr selten eingesetzt und spielen auch im weiteren Verlauf dieser Masterarbeit lediglich eine untergeordnete Rolle.

3.3 Kognitive kartographische Anamorphosen

In den nun folgenden Subkapiteln soll eine spezielle Art kartographischer Anamorphosen präsentiert werden, die ähnlich wie die im vorherigen Subkapitel beschriebenen Pseudo-Anamorphosen keine konventionellen Regeln zur Anamorphosenerstellung verfolgen, aber dennoch eine verzerrte, nicht-lineare Abbildung der Realität darstellen. Die Rede ist hierbei von kartographischen Karikaturen, die die subjektiven Ansichten einzelner Personen oder Interessensgruppierungen meist in übertriebener Art und Weise im Kartenbild darstellen, sowie auch von kognitiven Karten (engl. „mental maps“), die sich handelnde Subjekte durch individuelle Handlungen und gesammelte Erfahrungen kognitiv aufbauen. Im Zuge dieser Masterarbeit werden diese beiden Arten von verzerrten, nicht-linearen Darstellungen der Realität unter dem Begriff „kognitive kartographische Anamorphosen“ zusammengefasst.

3.3.1 Kartographische Karikaturen

Kartographische Karikaturen spiegeln die individuellen Ansichten eines einzelnen Subjekts oder einer ganzen Interessensgruppe in übertriebener Art und Weise wieder. Um dies zu bekräftigen, soll an dieser Stelle ein von RASE (1997b) aufgegriffenes Beispiel noch einmal herangezogen werden (Abb. 10), dass die Europäische Union aus der Sicht der damals noch 15 Mitgliedsstaaten zeigt:

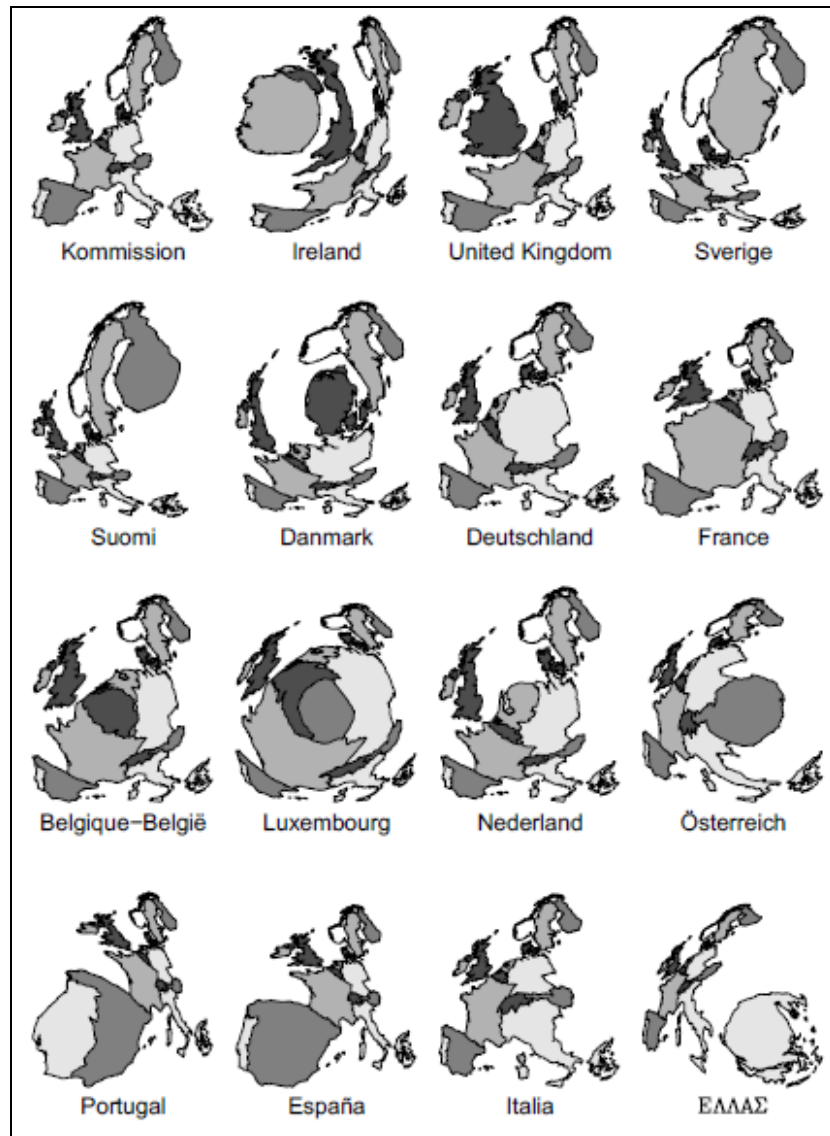


Abb. 10: Die Europäische Union (15) aus der Sicht der einzelnen Mitgliedsstaaten
[aus RAS-97b, S.116]

Während durch die Ansicht der Europäischen Kommission jedem Mitgliedsstaat die gleiche Bedeutung zukommen soll, zeigen die Darstellungen der einzelnen Länder doch sehr deutlich, dass sie sich selbst doch eher im Zentrum der Europäischen Union sehen und ihnen somit die meiste Bedeutung zukommen sollte. RASE (1997b) führt dabei weiter aus, dass sich dieselbe Situation auch bei Karten ergibt, die die jeweilige Weltsicht eines Einwohners einer bestimmten Stadt widerspiegeln. Die eigene Stadt liegt dabei im Zentrum und wird in übertriebenem Ausmaß im Kartenbild dargestellt, während die detailbezogene Darstellung mit zunehmender Entfernung vom Zentrum doch recht schnell ab-

nimmt, bis die äußersten Ränder kaum mehr erkannt werden können. Die Einwohner der betroffenen Stadt fühlen sich damit in ihrer eigenen Ansicht und Meinung bestätigt, während Ortsfremde sich über die fehlende Weitsicht in diesen kartographischen Karikaturen amüsieren [vgl. RAS-97b, S.117]. In den meisten Fällen macht sich der Kartenautor einer kartographischen Karikatur einen Spaß daraus, bestimmte Ansichten in übertriebener und humoristischer Art darzustellen und somit deren Vertreter auf diese Weise auf den Arm zu nehmen. Vor allem in verschiedensten Medien werden kartographische Karikaturen vor allem dazu verwendet, um Handlungen und Ansichten prominenter Persönlichkeiten, wie beispielsweise Politiker, in humoristischer Art und Weise darzustellen. Folgende Abbildung (Abb. 11) zeigt dabei die vielleicht bekannte Sicht der Welt des 40. Präsidenten der USA, Ronald Reagan, der von 1981 bis 1989 und somit im letzten Jahrzehnt des Kalten Krieges im Amt war:

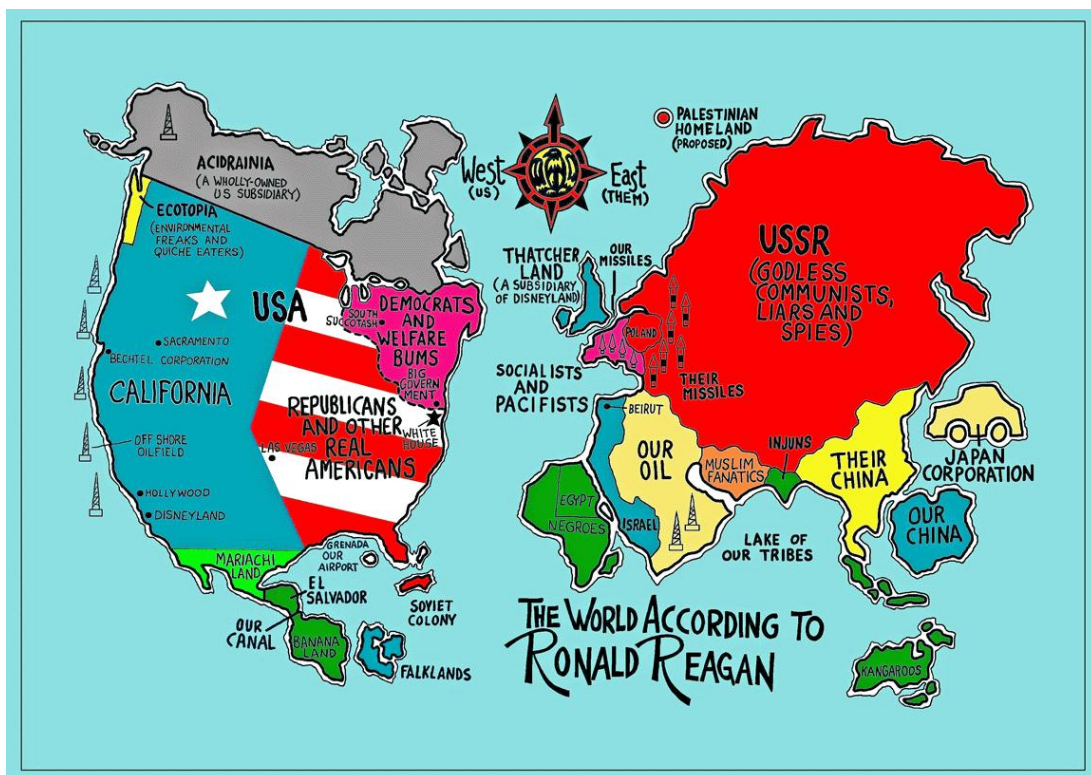


Abb. 11: „The World According to Ronald Reagan“ [aus NOV-12]

Jedoch darf man hier auf keinen Fall die Macht solcher nicht-linearen Darstellungen außer Acht lassen, die sie vor allem auf unwissende und leichtgläubige Betrachter ausüben

können: So können in der teilweise sogar noch jüngeren Vergangenheit einige negative Beispiele gefunden werden, wo kartographische Karikaturen zu Propagandazwecken eingesetzt wurden, um das eigene Regime und dessen Vorgehensweisen zu stärken und gleichzeitig auch regimefremden Gruppierungen zu schaden.

3.3.2 Mental Maps

Ähnlich wie bei kartographischen Karikaturen handelt es sich bei Mental Maps um ein kognitives, nicht-lineares Konstrukt der Realität, dass sich in den Köpfen einzelner Personen aufbaut. Der große Unterschied liegt nun aber darin, dass in Mental Maps die wahrgenommene Umwelt nicht in bewusst übertriebener Form abgebildet wird, sondern dass sie sich unbewusst durch bestimmte Erfahrungen und Handlungen des jeweiligen Individuums in deren Köpfen aufbauen. Vor allem in diversen Sozialwissenschaften, wie beispielsweise auch in der Humangeographie, finden solche kognitiven Karten ihre Verwendung.

Der Vorgang, der zum Aufbau solcher Mental Maps führt, wird dabei auch als kognitives Kartieren bezeichnet. Laut WEICHHART (2008) ist das handelnde Subjekt im Zuge dieses Vorganges fast ständig komplexen Umweltreizen ausgesetzt, welche aufgenommen und in ein kognitives Konstrukt der Realität umgewandelt werden [vgl. WEI-08, S.166]. Wie dieses kognitive Konstrukt dabei im Speziellen aussieht, hängt von unterschiedlichen soziodemographischen Merkmalen, wie beispielsweise vom Alter, von der geographischen und kulturellen Herkunft, vom Ausbildungsstand, sowie auch von diversen Erfahrungen des Individuums, ab. „Es ist hier ausdrücklich festzuhalten, dass der Mensch kein passiver Rezeptor von Information ist, sondern dass er Information aktiv sucht, seine Wahrnehmung also selbst steuert und lenkt“ [WEI-08, S.167]. Das bedeutet, dass das menschliche Individuum die aufgenommenen Informationen, wenn auch unbewusst, selbst filtert und nur jene aufnimmt, die für bestimmte Zwecke gerade von Bedeutung sind. Somit besitzen die Menschen in ihrer Vorstellung ein Abbild der Realität, das „subjektiv gefärbt ist und ein verzerrtes, schematisiertes, mit Zusätzen versehenes und andererseits unvollständiges Abbild oder Vorstellungsbild der Realität darstellt“ [WEI-08, S.174]. Es soll an dieser Stelle jedoch noch festgehalten werden, dass solche Mental Maps keine starren kognitiven Konstrukte darstellen, sondern durchaus flexibel sein können. Im Laufe der Jahre tritt der Mensch nämlich in neue Phasen ein, kommt mit unterschiedlichen Gruppen in Kontakt und definiert seine Ziele immer wieder neu. In diesem

Zusammenhang werden für das menschliche Individuum auch immer wieder neue Umweltreize von Bedeutung sein, die je nach Zweck aufgenommen werden und das ursprüngliche kognitive Konstrukt erweitern können.

4 Verzerrungsarten in kartographischen Anamorphosen

Die Aufgabe von Kartographen kann im Wesentlichen wie folgt zusammengefasst werden: Die Phänomene der Realität sollen in visuell ansprechender und für die Betrachter in verständlicher Art und Weise im Kartenbild dargestellt werden, wobei man, je nach Zielsetzung, auf gewisse Details nicht verzichten und trotzdem den Bezug zu übergeordneten räumlichen Zusammenhängen wahren sollte. Aber gerade der Balanceakt zwischen der zweckbezogenen, detailgetreuen Darstellung und der Wahrung eines übersichtlichen Kartenbildes kann als schmaler Pfad angesehen werden, auf dem sich entscheidet, ob das kartographische Produkt ein Erfolg ist oder doch eher verworfen werden sollte. Da in der Kartographie jedoch sehr häufig ein starrer Maßstab eingesetzt wird, der sich gleichmäßig über das ganze Kartenblatt erstreckt, kann dies in Regionen, wo bestimmte Objekte in größerer Zahl und in engem Raum vorkommen, zu gewissen Problemen führen. Dadurch muss der Kartenautor im Zuge der kartographischen Generalisierung auf bestimmte Phänomene der Realität verzichten, um andere Inhalte besser hervorheben zu können. Eine Möglichkeit dieses Problem zu umgehen bietet sich durch den Einsatz eines variablen Maßstabes, der sich auf die ungleichmäßige Verteilung bestimmter Objekte in der Realität bezieht. Je nachdem, wo eine größere Ansammlung dieser Phänomene vorkommt, kann dort ein größerer Maßstab herangezogen werden, der von dieser Stelle aus in alle Richtungen kontinuierlich in einen kleineren Maßstab übergeht.

Die dadurch entstehenden Verzerrungen im Kartenbild werden nach HAKE ET AL. (2002) in drei Subkategorien unterteilt, nämlich in die lagebezogene, die sachbezogene und die zeitbezogene Verzerrung [vgl. HAK-02, S.191 ff.]. Alle drei Verzerrungsarten werden im weiteren Verlauf dieses Kapitels näher thematisiert und auch mit aussagekräftigen Beispielen ergänzt.

4.1 Lageverzerrung

„Lagebezogene Verzerrungen orientieren sich vor allem an der wechselnden Verteilungsdichte der darzustellenden Geo-Objekte und dem damit verbundenen Grad von Lesbarkeit“ [HAK-02, S.191]. Durch eine von einer lagebezogenen Verzerrung geprägten kartographischen Anamorphose kann der Kartograph einerseits eine je nach Zweck und Zielsetzung möglichst detailgetreue kartographische Darstellung realisieren, ohne dabei an-

dererseits die Übersichtlichkeit und somit auch die Lesbarkeit der Karte negativ zu beeinflussen.

In den nun folgenden beiden Subkapiteln werden zwei besondere Formen der lagebezogenen Verzerrung näher behandelt: Neben kartographischen Lupen bzw. Fischaugen-Ansichten, in denen sich die Verzerrungen rund um einen gewählten Fokuspunkt aufbauen, werden auch hyperbolische Projektionen zur Darstellung des hyperbolischen Raumes thematisiert, die vor allem in diversen Stadtkarten öfters Verwendung gefunden haben.

4.1.1 Kartographische Lupen

Bei kartographischen Lupen werden bestimmte räumliche Ausschnitte im Kartenbild mit einem größeren Maßstab versehen, der von einem zentralen Punkt ausgehend gleichmäßig in den kleineren Grundmaßstab übergeht. Dadurch kann man bestimmte Orte detaillierter darstellen und gleichzeitig auch die Verbindung mit den umliegenden Bereichen aufrechterhalten, was vor allem der Übersichtlichkeit der kartographischen Darstellung zu Gute kommt. Karten, die sich solchen kartographischen Lupen bedienen, definiert MALING (1992) folgendermaßen: „These are maps which appear to be viewed through a magnifying glass, having a much exaggerated scale within the circle or rectangle simulating the magnifier and a smaller scale beyond“ [MAL-93, S.286]. HAKE ET AL. (2002) erkennen hier, dass der dabei verfolgte Vorgang und die daraus resultierenden kartographischen Produkte in gewisser Weise jenen photographischen Aufnahmen ähneln, die man durch die Verwendung von so genannten Fischaugen-Objektiven erhält. Diese zeichnen sich durch eine extrem kurze Brennweite und einem extrem großen Öffnungswinkel aus [vgl. HAK-02, S.192]. Aus diesem Grund wird in vielen Fällen in der spezifischen kartographischen Fachliteratur der Begriff Fischaugen-Ansicht oder Fischaugen-Projektion (engl. „fisheye view“) als Synonym zu kartographischen Lupen verwendet, wobei SARKAR und BROWN (1994) solche Fischaugen-Ansichten wie folgt definieren: „A fisheye view of a graph shows an area of interest quite large and with detail, and shows the remainder of the graph successively smaller and in less detail“ [SAR-94, S.1]. Folgende Abbildung (Abb. 12) zeigt ein solches Beispiel kartographischer Lupen und wurde aus der Arbeit von RASE (1997b) entnommen [RAS-97b, S.119]. Diese Darstellung stellt die Veränderung der Wohnbevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland zwi-

schen 1980 und 1993 als Choroplethenkarte dar, während der Bereich rund um Bonn mittels eines kartographischen Lupeneffektes hervorgehoben wurde:

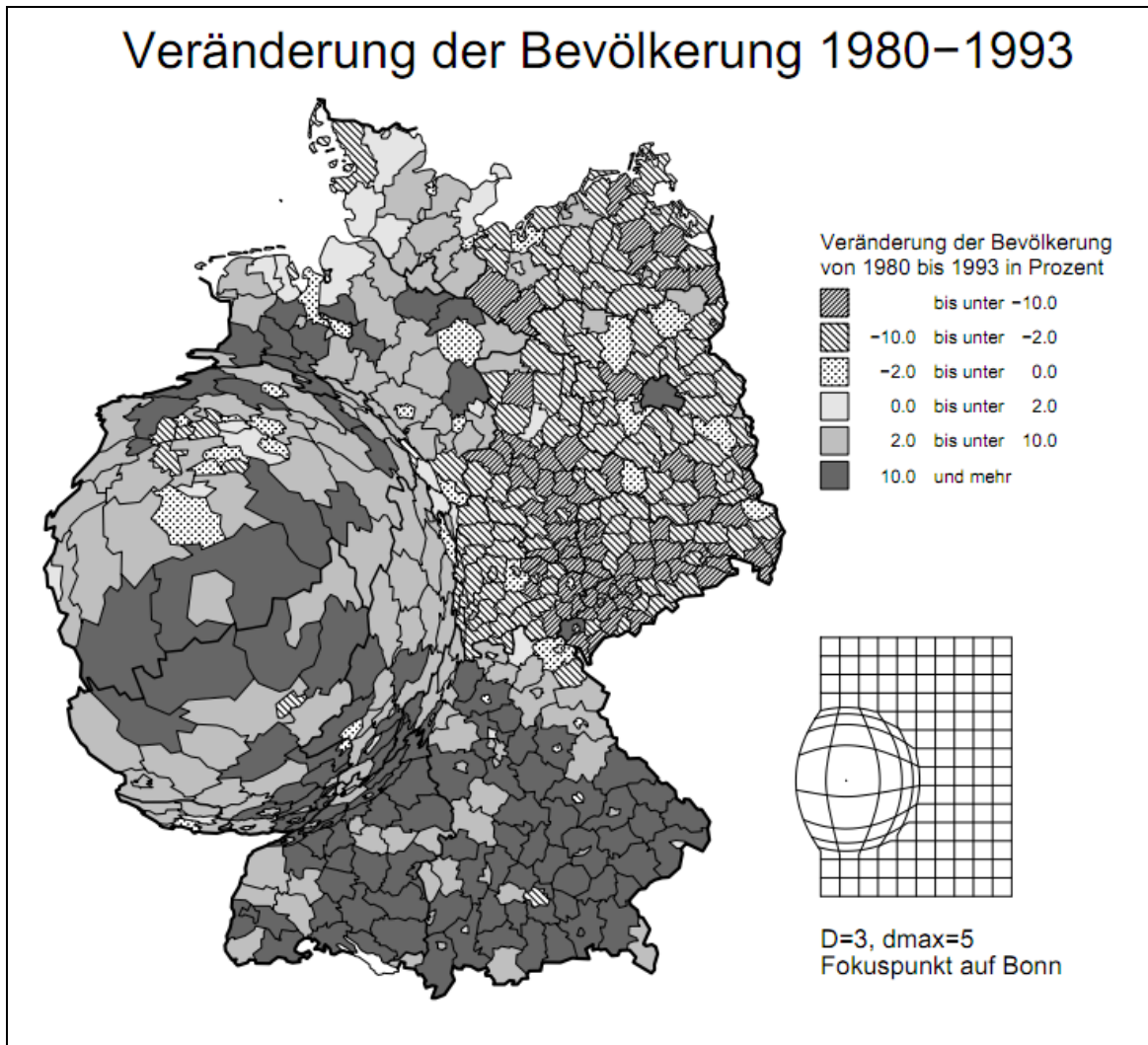


Abb. 12: Kartographischer Lupeneffekt mit dem Fokuspunkt in Bonn [aus RAS-97b, S.119]

Laut HAKE ET AL. (2002) bedient man sich bei der Erstellung solcher kartographischer Lupen der sphärischen Perspektive, die bei der Projektion eines rechtwinkligen Kartennetzes auf eine sphärische Oberfläche zu beobachten ist [vgl. HAK-02, S. 192]. Um nun einen solchen Lupeneffekt zu erreichen, muss man zunächst einen Fokuspunkt im Kartenbild wählen, wobei sich dieser im Zentrum jener Region befinden sollte, welche in weiterer Folge detaillierter im Kartenbild wiedergegeben werden soll. Anschließend muss

auch der Fokusbereich festgelegt werden, der jene Abschnitte um den Fokuspunkt umfasst, die etwas größer als der zugrundeliegende Grundmaßstab dargestellt werden sollen. Dieser Fokusbereich besitzt in den meisten Fällen die Form eines Kreises, dessen Durchmesser beliebig festgelegt werden kann, oder jene eines Rechtecks. SARKAR und BROWN (1994) erwähnen zusätzlich, dass man sich im Vorfeld auch noch Gedanken über die gewünschte Detailgenauigkeit machen sollte, da diese in weiterer Folge auch die Lage des Fokuspunktes, sowie auch den Durchmesser des dazugehörigen Fokusbereiches bestimmt [vgl. SAR-94, S.6]. Der Fokusbereich wird, wie bereits erwähnt, etwas größer als der zugrundeliegende Grundmaßstab dargestellt, wobei der Maßstab innerhalb des Fokusbereiches radial vom Fokuspunkt ausgehend kleiner wird, bis er an der Grenze des Fokusbereiches fast fließend zum ursprünglichen Grundmaßstab übergeht. Welcher Maßstab nun innerhalb des Fokusbereiches angewendet wird, hängt vom gewählten Vergrößerungsfaktor ab. RASE (1997b) visualisiert die Auswirkungen des Vergrößerungsfaktors auf die Abbildung mittels folgender Darstellung (Abb. 13):

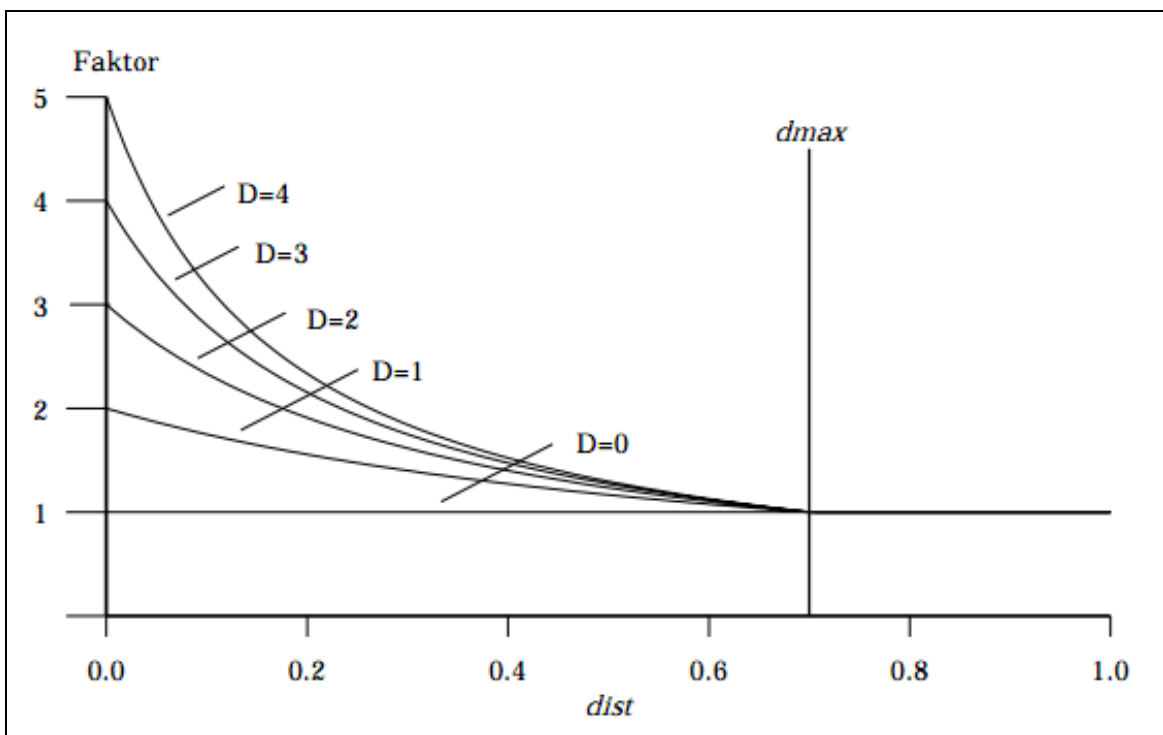


Abb. 13: Auswirkungen des Vergrößerungsfaktors im Lupeneffekt auf die Abbildung [aus RAS-97b, S.118]

Der Parameter d_{max} kann dabei als maximaler Abstand des Fokusbereiches zum Fokuspunkt angesehen werden. Die Variable D entspricht dem jeweiligen Vergrößerungsfaktor. Mit zunehmendem Vergrößerungsfaktor nimmt auch der Lupeneffekt in den Regionen rund um den Fokuspunkt zu. Je weiter man sich dann vom Fokuspunkt entfernt, umso kleiner wird auch der Maßstab, bis er anschließend fast fließend zum Grundmaßstab außerhalb des Fokusbereiches übergeht [vgl. RAS-97b, S.118]. Welche Lage dabei die einzelnen Punkte innerhalb der kartographischen Lupe einnehmen, hängt auch von ihrer ursprünglichen Position und ihrer Entfernung zum Fokuspunkt ab. Um diese Lage zu bestimmen und auch um den gewählten Vergrößerungsfaktor auf sie anwenden zu können, bedient man sich laut RASE (1997a) einer entfernungsabhängigen Radialtransformation. Dabei spielen die Entfernungen zwischen beliebigen Punkten und dem Fokuspunkt, sowie auch die Winkel der jeweiligen Strecken eine wichtige Rolle, da diese mithilfe der entfernungsabhängigen Radialtransformation in den nichtlinearen Raum transformiert werden und aus denen danach die neuen Koordinaten der betroffenen Punkte ermittelt werden [vgl. RAS-97a, S.86]. Es existieren aber auch schon einige kartographische Darstellungen mit Lupeneffekt, die sich zweier Fokuspunkte bedienen. Folgende Abbildung (Abb. 14) aus RASE (1997b) zeigt ein solches Beispiel:

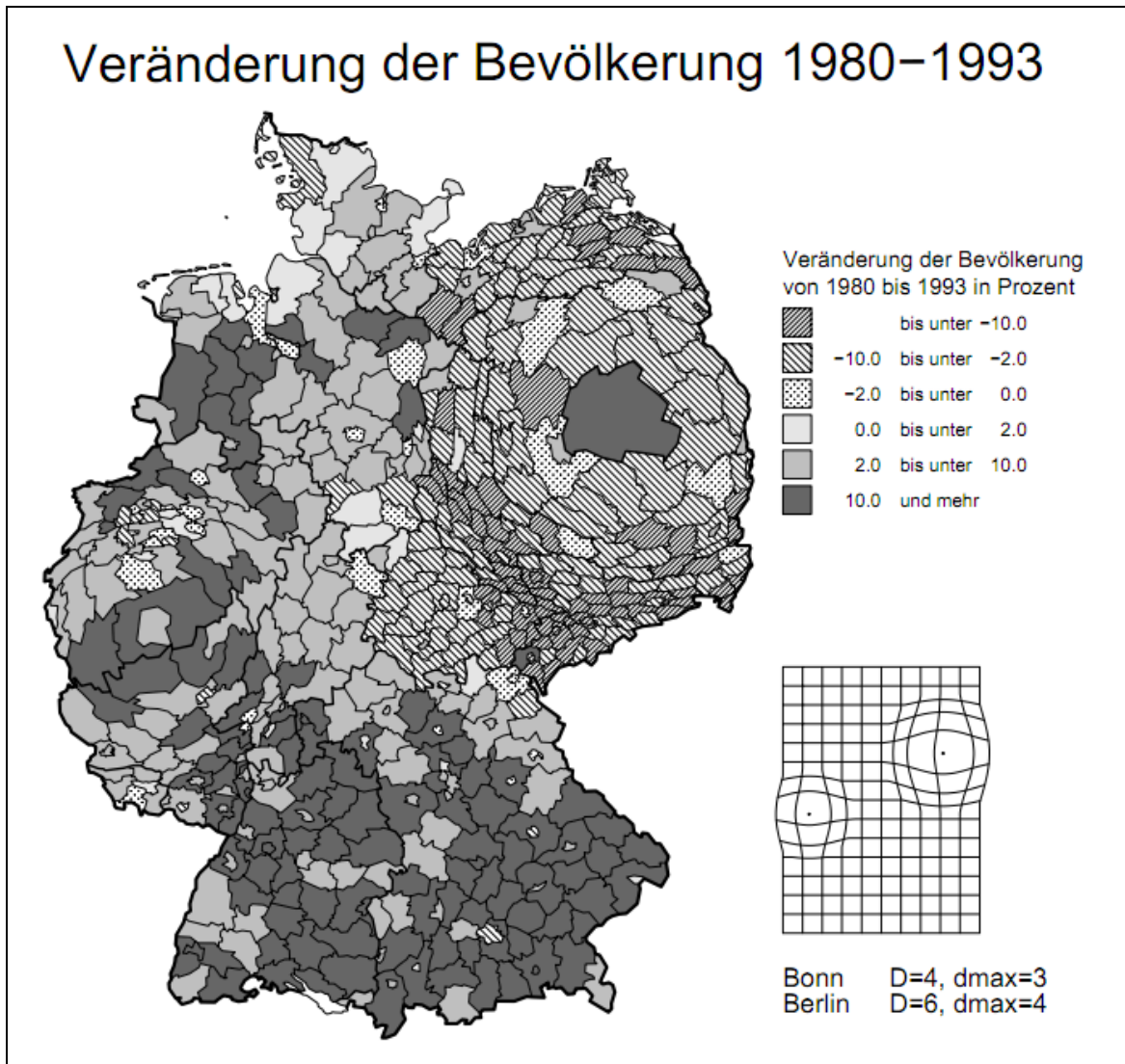


Abb. 14: Kartographischer Lupeneffekt mit zwei Fokuspunkten in Bonn und Berlin
[aus RAS-97b, S.120]

Auch SNYDER (1987) hat sich intensiv mit solchen kartographischen Lupen befasst, wobei sich seine Beispiele fast ausschließlich auf azimutale Projektionen beziehen, die entweder Längen- oder Flächentreue aufweisen. Der Unterschied zwischen diesen beiden Arten besteht darin, dass es bei der längentreuen Variante sowohl innerhalb, als auch außerhalb der kartographischen Lupe jeweils einen stabilen Maßstab gibt, wobei es somit an der Lupengrenze zu einer abrupten Maßstabsänderung kommt. Bei der flächentreuen Variante hingegen liegt eine kontinuierliche, abstufende Maßstabsveränderung vom Zentrum der Lupe bis zum Lupenrand vor, bis es einen fast fließenden Übergang zum Grundmaß-

stab gibt [vgl. SNY-87, S.62 ff.].

4.1.2 Hyperbolischer Raum

Unter einem hyperbolischen Raum versteht man eine besondere Art kartographischer Darstellungen mit variablem Maßstab, den HAKE ET AL. (2002) auf sehr verständliche Art und Weise beschrieben haben: Sie vergleichen den hyperbolischen Raum mit einer Aufsicht auf den Globus, wobei der Pol dem Zentrum und der Äquator dem Rand der Darstellung entsprechen. Das Zentrum erscheint dem Betrachter dabei fast unverzerrt, während sich die zum Äquator abfallenden Seiten so stark zusammenziehen, dass ihre richtige Deutung am Rand kaum mehr möglich ist [vgl. HAK-02, S.194]. Das Zentrum einer solchen Darstellung kann dabei beliebig gewählt werden und muss am Beispiel der Aufsicht auf einen Globus nicht unbedingt mit dem Pol übereinstimmen. Dieser Tatsache hat man sich in der Vergangenheit auch häufig in der Stadtkartographie bedient. Bei der Erstellung von Stadtplänen steht der Kartograph oftmals vor dem Problem, dass viele Stadtkerne dicht verbaut und dicht besiedelt sind, während diese Dichten im Umland langsam auslaufen. Wenn man somit für das gesamte Stadtgebiet den gleichen Maßstab heranziehen würde, könnte man bei einem zu kleinen Maßstab nicht mehr die gewünschten Details des Stadtkerns adäquat darstellen, während dem Umland bei der Verwendung eines zu großen Maßstabs unnötig viel Platz zur Verfügung stehen würde [vgl. MAL-93, S.283]. RASE (1997a) sieht dabei den Einsatz von Nebenkarten als „bewährtes Mittel“ zur Lösung dieses Problems, wobei er aber gleichzeitig deren großen Nachteil anführt: Zwar kann man durch Nebenkarten eine besonders detaillierte Darstellung eines bestimmten räumlichen Ausschnittes realisieren, jedoch verliert man dadurch auch schnell den Zusammenhang zum restlichen Teil der Karte. Dafür könnten seiner Meinung nach nichtlineare Abbildungen mit einem variablen Maßstab eine adäquate Lösung des zuvor angeführten Problems sein [vgl. RAS-97a, S.87]. Auch FAIRBAIRN und TAYLOR (1995) können diesem Ansatz vor allem für die Erstellung von Stadtkarten einiges abgewinnen: „Another solution is to construct a map with a variable scale, such that certain areas (for example, city centers) are presented at large scale, and the scale decreases away from these areas to other zones (for example, rural localities), where the scale is smaller“ [FAI-95, S.1053].

MALING (1993) verweist hierbei auf den deutschen Falk Verlag, der in den 1950er Jahren einen solchen Ansatz zur Erstellung seiner Stadtkarten verfolgte. Typische Maßstabsände-

rungen sahen dabei so aus, dass der Maßstab im Zentrum der kartographischen Abbildung doppelt so groß war, wie beispielsweise an deren Rand. Die Maßstabsänderung in diesen Karten war dabei gleichmäßig, wodurch keine plötzlichen Maßstabssprünge in der Stadtkarte auftauchten. Dadurch wurde in weiterer Folge die Lesbarkeit dieser kartographischen Darstellungen stark verbessert und in vielen Fällen erkannten die Betrachter den kontinuierlichen Maßstabswechsel gar nicht [vgl. MAL-93, S.283]. Die folgenden beiden Abbildungen stammen aus dem Artikel von FAIRBAIRN und TAYLOR (1995) und stellen das Umland rund um die University of Newcastle einerseits mit einem gleichbleibenden Maßstab (Abb. 15) und andererseits mittels einer hyperbolischen Projektion dar (Abb. 16):

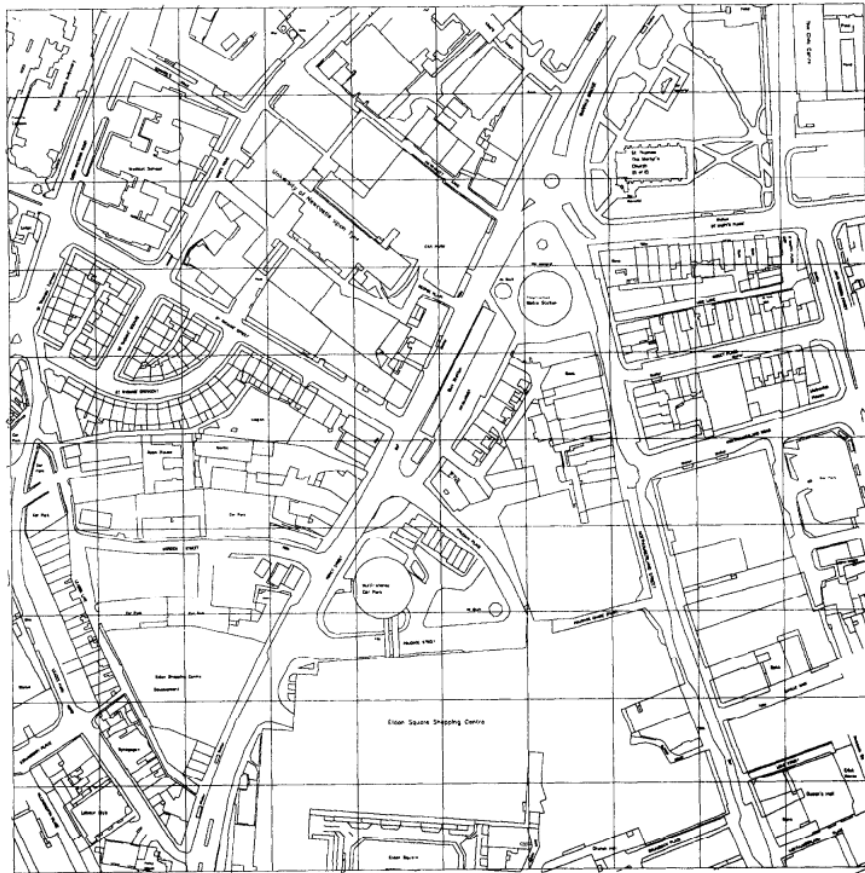


Abb. 15: Originaler Kartenausschnitt rund um die University of Newcastle [aus FAIRBAIRN und TAYLOR 1995, S.1057]

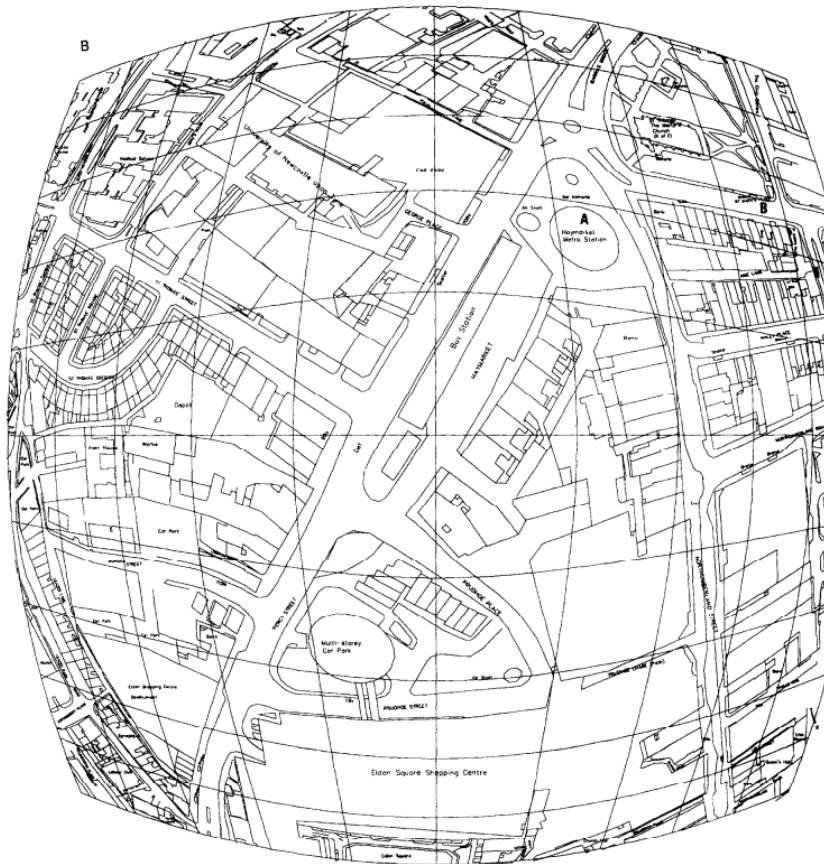


Abb. 16: Nach einer hyperbolischen Projektion verzerrter Kartenausschnitt rund um die University of Newcastle [aus FAI-95, S.1058]

4.2 Sachverzerrung

In vielen Fällen beruht die Verzerrung in kartographischen Anamorphosen jedoch auf bestimmten qualitativen Phänomenen, wobei dadurch ihre Verteilungsdichte in einem bestimmten Gebiet dargestellt werden soll. Die Verzerrung erfolgt somit nach dem jeweiligen Wert einer ausgewählten Variablen, der sich auf die beobachtete Region bezieht. Man spricht hierbei auch von einer wertproportionalen Skalierung, wie sie bereits mehrmals in Kapitel 3 (S. 13) erwähnt wurde. Abb. 17 zeigt eine globale Darstellung mit den absoluten Bevölkerungszahlen im Jahr 2010. Solche kartographischen Anamorphosen, deren Darstellung sich auf eine gleichmäßige Bevölkerungsverteilung einer bestimmten Raumeinheit bezieht, kann in die Gruppe der isodemographischen Abbildungen einge-

gliedert werden. Sie stellen quasi auch das Paradebeispiel einer auf sachbezogenen Verzerrungen basierenden kartographischen Anamorphose dar:

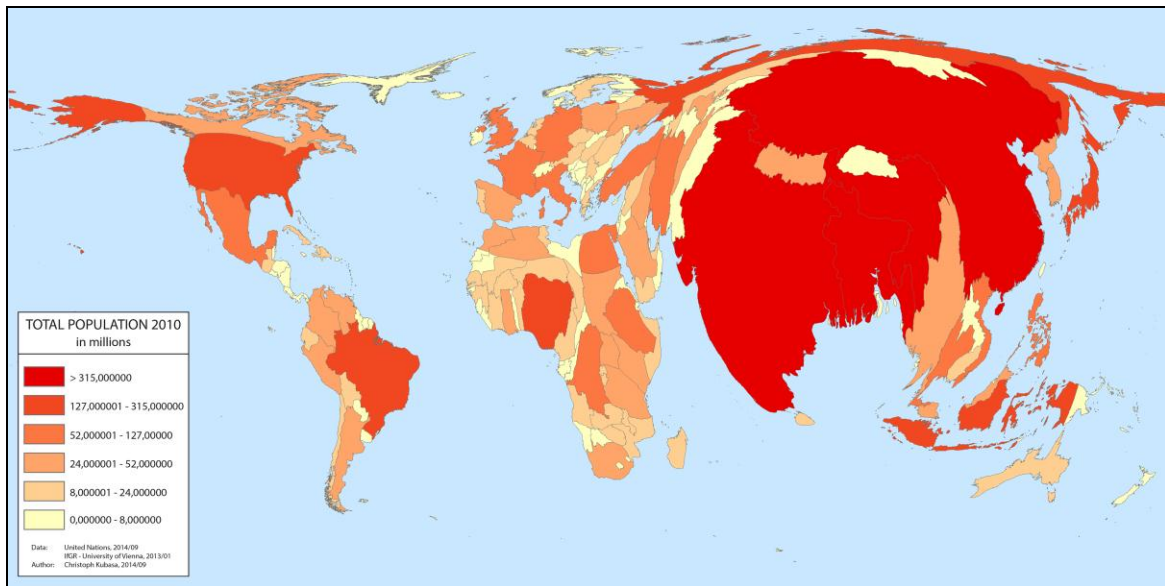


Abb. 17: Isodemographische Abbildung der absoluten Bevölkerungszahlen (2010)

Neben auf die jeweilige Bevölkerung bezogenen Anamorphosen, können durch solche verzerrten Darstellungen aber auch noch zahlreiche andere Themen visualisiert werden, die ihrerseits einen bestimmten Raumbezug aufweisen müssen. Abb. 18 zeigt ein solches Beispiel: Auf globaler Ebene wird hierbei der prozentuelle Anteil der Waldfläche an der Gesamtfläche der einzelnen Staaten im Jahr 2011 dargestellt:

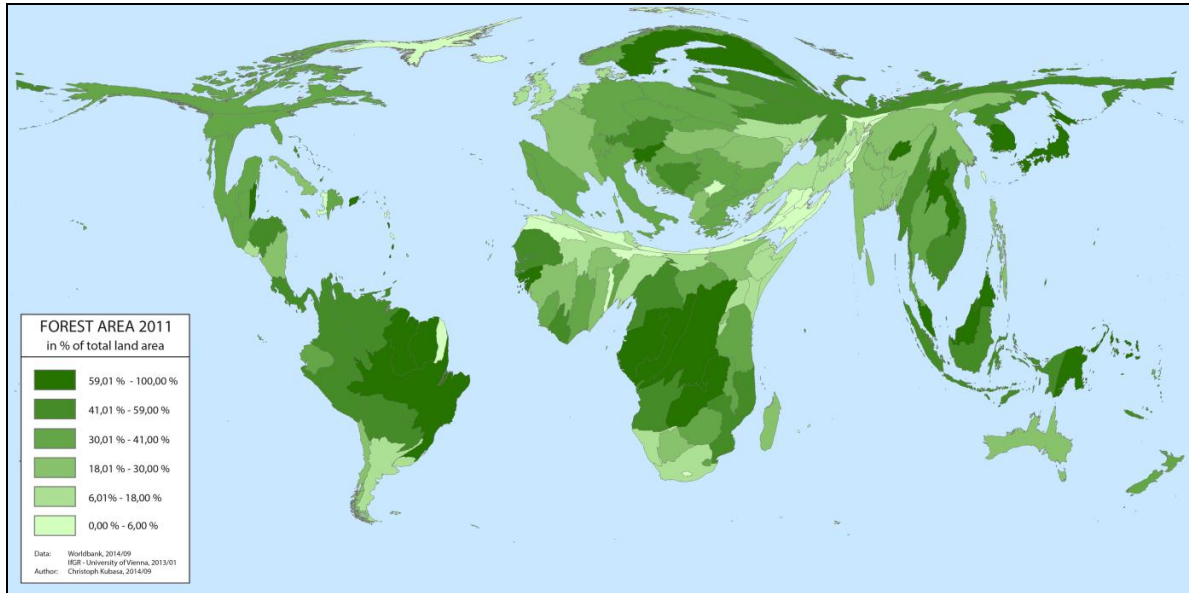


Abb. 18: Kartographische Anamorphose – Prozentueller Anteil der Waldfläche an der Gesamtfläche eines Staates (2011)

4.3 Zeitverzerrung

Zusätzlich existieren auch zeitbezogene Informationen, die von den Kartographen ebenfalls in eine visuell ansprechende kartographische Darstellung eingegliedert werden müssen. Dies kann beispielsweise in Form der in Kapitel 3.1 (S. 13) thematisierten distanzproportionalen Anamorphosen erfolgen, die sich auf die für die Bewältigung einer bestimmten Wegstrecke benötigte Zeit beziehen. Da diese bereits ausreichend in dieser Masterarbeit behandelt wurden, wird in weiterer Folge nicht nochmals näher darauf eingegangen, sondern ein anderes Beispiel solcher kartographischer Anamorphosen gezeigt.

Die nun folgenden beiden Abbildungen (Abb. 19 und Abb. 20) wurden der Homepage von SPIEKERMANN und WEGENER (2014) entnommen und zeigen „das Schrumpfen des Raums durch die Eisenbahn zwischen 1840 und 2020 aus der Perspektive Dortmunds“ [SPI-14]. Während man im Jahr 1840 von Dortmund im Zuge einer Tagesreise mit der Eisenbahn lediglich bis Aachen oder Minden gelangte, nimmt man für das Jahr 2020 an, dass durch den stetigen Ausbau der Hochgeschwindigkeitszüge und der dafür benötigten Infrastruktur von Dortmund ausgehend innerhalb einer Tagesreise bereits diverse europäische Randgebiete einfach und bequem erreicht werden können:

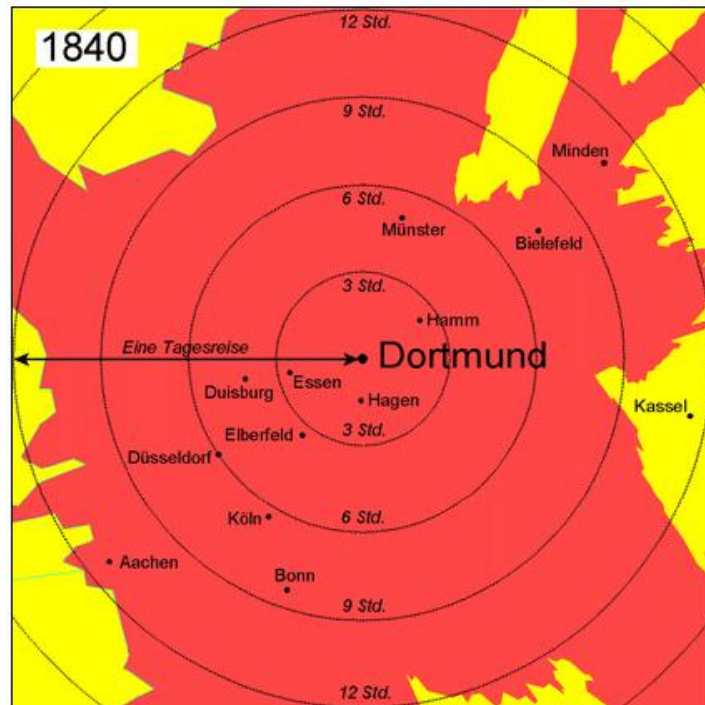


Abb. 19: Eisenbahnreisezeiten im Jahr 1840 aus der Perspektive Dortmunds [aus SPI-14]

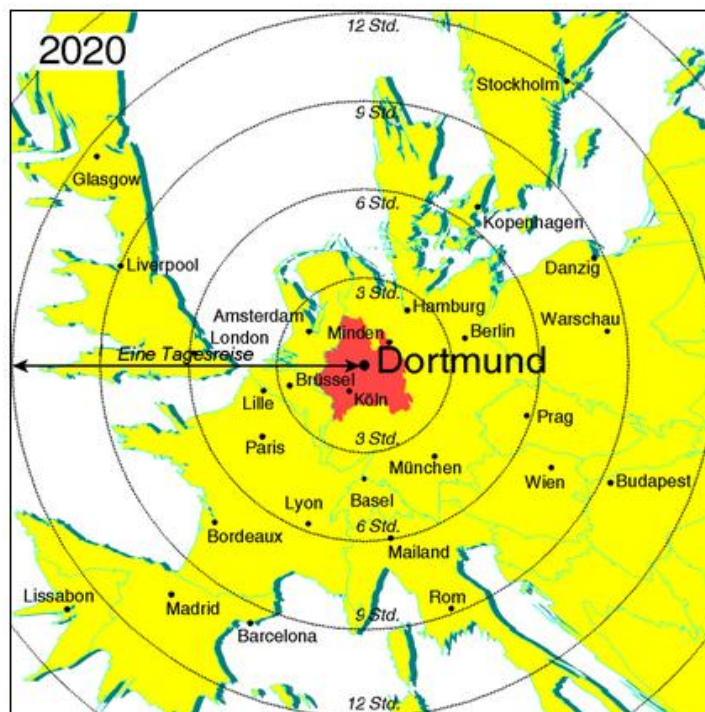


Abb. 20: Erwartete Eisenbahnreisezeiten im Jahr 2020 aus der Perspektive Dortmunds [aus SPI-14]

5 Algorithmen und Konstruktionsmethoden

Die wohl beste Beschreibung zur Konstruktion kartographischer Anamorphosen fand RASE (1997a): Demnach müsse man sich eine Karte vorstellen, die auf einem Gummituch dargestellt wird. Dieses Gummituch kann nun von den Kartographen in alle Richtungen auseinandergezogen werden, wodurch sich die kartographische Darstellung an manchen Stellen auch wieder zusammenzieht und somit verzerrt erscheint [vgl. RAS-97a, S.83]. Die ausgeführten Verzerrungen erfolgen dabei aufgrund der Werte einer ausgewählten Variablen, die sich auf die im Kartenbild darzustellenden Polygone beziehen. Zur realen Ausführung dieser Metapher wurden in der Vergangenheit zahlreiche Methoden und Ansätze zur Erstellung solcher kartographischer Anamorphosen entwickelt, die ihrerseits wiederum unterschiedliche Arten und Ausprägungen thematisch verzerrter Darstellungen hervorbrachten. Allgemein lassen sich dabei mit den manuellen, mechanischen und computergestützten Konstruktionsmethoden drei große Klassen unterteilen.

Wie BURGDORF (2009a) hervorhebt, entstanden nur relativ wenige kartographische Anamorphosen mithilfe manueller oder mechanischer Konstruktionsmethoden, da diese zumeist mit einem hohen Zeit- und auch Kostenaufwand verbunden waren [vgl. BUR-09a, S.693]. Aus diesen Gründen konnten diese Methoden auch nur auf Gebiete angewendet werden, die eine geringe Anzahl an darzustellenden Polygonen aufweisen [vgl. DOR-96, S.15]. Somit existieren kaum ansprechende kartographische Anamorphosen auf globaler Ebene, die der manuellen oder mechanischen Konstruktionsmethode entstammen, da aufgrund der hohen Anzahl und Komplexität der einzelnen Länder, sowohl die dafür benötigte Zeit, als auch die entsprechenden Kosten zu hoch und unwirtschaftlich gewesen wären.

DORLING (1996) beschreibt eine der wohl am häufigsten eingesetzte Art des manuellen Konstruktionsansatzes kartographischer Anamorphosen: Demnach werden hölzerne Kacheln und Stäbchen verwendet, die individuell und einem bestimmten Merkmal folgend per Hand angeordnet werden. Der Prozess der richtigen Anordnung kann viel Zeit in Anspruch nehmen, wobei das daraus resultierende Ergebnis im Anschluss daran auf ein Kartenblatt übertragen wird [vgl. DOR-96, S.17]. Somit ergibt sich daraus eine nach bestimmten Werten verzerrte kartographische Anamorphose in zweidimensionaler Form.

Das wohl bekannteste Beispiel einer kartographischen Anamorphose, die mithilfe einer mechanischen Konstruktionsmethode entstanden ist, ist die „Isodemographic Map of

Canada“ von Skoda und Robertson im Jahr 1972. Auf der Homepage des Center of Spatially Integrated Social Science (CSISS) beschreibt CORBETT (2011) den Vorgang folgendermaßen: Das Modell wird aus einer Vielzahl an Metall-Streifen aufgebaut, die auf einer haftfähigen Polyester-Oberfläche die Grenzen und Formen der darzustellenden Raumeinheiten repräsentieren sollen und individuell angepasst werden können. Die für die Darstellung zugrundeliegende Bevölkerungsverteilung Kanadas wird mittels tausender Metall-Bällchen (Durchmesser: 0,3175 cm) umgesetzt, wobei ein Bällchen dabei 140 Personen repräsentiert. Diese kleinen „Bevölkerungs-Aggregate“ werden auf der haftfähigen Polyester-Oberfläche innerhalb der zuvor erwähnten Metall-Streifen angepasst, wodurch sich zwangsläufig diverse Verzerrungen im Kartenbild ergeben. Die einzelnen räumlichen Einheiten werden dabei separat konstruiert und erst im Anschluss daran zu einem Gesamtbild zusammengeführt. Zum Abschluss wird die daraus aufgebaute kartographische Anamorphose in eine konforme Lambert'sche Kegelprojektion überführt, die wiederum als zweidimensionales kartographisches Produkt ausgeworfen wird [vgl. COR-11].

Durch die Entwicklung erster computergestützter Konstruktionsmethoden für kartographische Anamorphosen seit Beginn der 1960er-Jahre gerieten die manuellen und mechanischen Ansätze recht rasch in den Hintergrund, da dadurch die thematisch verzerrten Darstellungen in vergleichsweise kürzerer Zeit erstellt und auch ein größerer Komplex an Polygonen bearbeitet und dargestellt werden konnte. Als erster brauchbarer Algorithmus kann dabei die „Rubber-Map“-Methode von Tobler aus dem Jahr 1973 angesehen werden. In den darauffolgenden Jahrzehnten wurden immer mehr computergestützte Algorithmen zur Konstruktion kartographischer Anamorphosen entwickelt. In den nun folgenden Subkapiteln sollen vier Meilensteine der computergestützten Konstruktion kartographischer Anamorphosen detailliert behandelt werden: Neben dem bereits erwähnten Algorithmus von Tobler, soll auch dessen entsprechende Weiterentwicklung durch Dougenik, Chrisman und Niemeyer aus dem Jahr 1985, der Algorithmus von Dorling aus dem Jahr 1996, sowie auch die Methode zur Erstellung von „Diffusion-based Cartograms“ nach Gastner und Newman aus dem Jahr 2004 aufgegriffen werden.

5.1 „Rubber-Map“ – Algorithmus nach Tobler (1973)

Waldo Tobler entwickelte im Jahr 1973 den ersten brauchbaren Computeralgorithmus zur Erstellung kartographischer Anamorphosen. Seine Methode wird auch als „Rubber-

Map“-Methode bezeichnet, was für HENRIQUES ET AL. (2009) durchaus nachvollziehbar ist: „This method distorts a map as if it were a rubber surface“ [HEN-09, S.485]. Tobler zielte mit der Entwicklung dieses Algorithmus vor allem darauf ab, eine geeignete Methode für eine adäquate Darstellung der Bevölkerungsverteilung in Form einer isodemographischen Karte zu realisieren. Die folgende Abbildung (Abb. 21) zeigt eine solche kartographische Anamorphose für die Vereinigten Staaten von Amerika, die mithilfe des von Tobler entwickelten Algorithmus erstellt wurde:

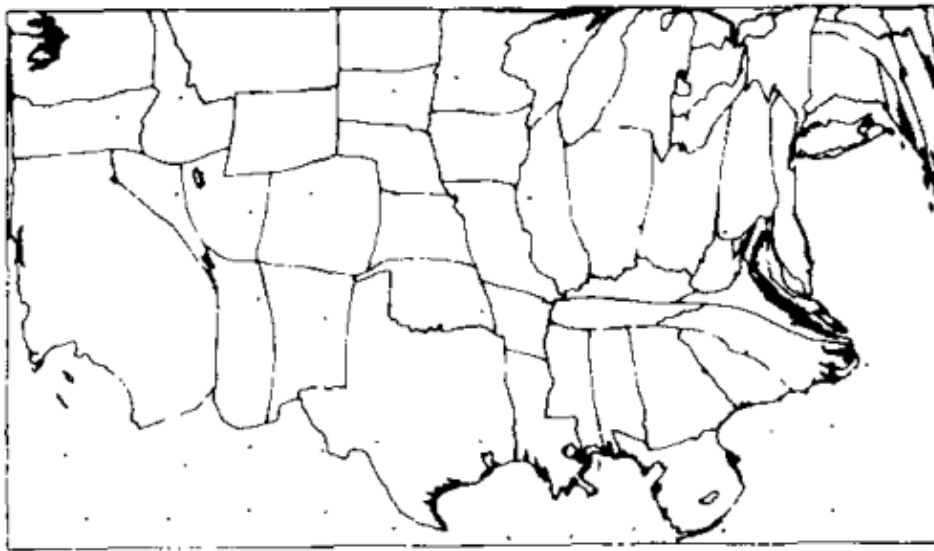


Abb. 21: Isodemographische Karte der USA nach der „Rubber-Map“-Methode [aus TOB-73, S.217]

Im Zuge dieses Algorithmus wird zur angestrebten thematischen Verzerrung ein Gitternetz mit rechteckigen oder teilweise sogar sechseckigen Zellen herangezogen, auf der die ursprünglichen räumlichen Einheiten abgebildet werden. Zunächst wird für jede Zelle des Gitternetzes, je nach dargestelltem Thema, eine wertproportionale Skalierung durchgeführt, wodurch sich die einzelnen Zellen entweder aufblähen oder zusammenziehen [vgl. GAS-04, S.7499]. GASTNER und NEWMAN (2004) sehen dabei aber das Problem, dass aufgrund der Tatsache, dass alle Zellen einzeln einer wertproportionalen Skalierung unterzogen werden, die Kanten und Eckpunkte ursprünglich benachbarter Zellen im Anschluss daran oft nicht mehr miteinander verbunden sind [vgl. GAS-04, S.7499]. Vielmehr kann hier eine Überlappung oder ein Auseinanderklaffen der betroffenen Zellen beobachtet werden. Dieses Problem kann man in vielen Fällen dahingehend umgehen,

indem man die wertproportionale Skalierung nicht plötzlich auf einmal ausführt, sondern dass die einzelnen Zellen im Zuge eines iterativen Prozesses schrittweise verzerrt werden. Die Koordinaten der zugrundeliegenden Raumeinheiten werden zu guter Letzt noch an das verzerrte Gitternetz angepasst, wodurch eine kartographische Anamorphose realisiert wird.

Dieser Algorithmus stellt einen wichtigen Meilenstein in der Konstruktion kartographischer Anamorphosen dar. Allerdings besitzt er auch einige Nachteile, wie sie auch von RASE (1997a) erwähnt werden: So ist dieser Algorithmus ziemlich aufwendig, sowohl was den Zeit-, als auch den Kostenfaktor betrifft. Zusätzlich ist er auch mit einem relativ hohen Restfehler verbunden, wodurch sich bei komplexeren Grenznetswerken zwangsläufig technische, aber auch wirtschaftliche Probleme auftun [vgl. RAS-97a, S.84]. GASTNER und NEWMAN (2004) sprechen auch die Topologie innerhalb der Kartendarstellung an, die aufgrund diverser Überlappungen und Faltungen oftmals zerstört wird [vgl. GAS-04, S.7500]. Somit war Ende der 1970er-Jahre bzw. Anfang der 1980er-Jahre der Bedarf nach einer Weiterentwicklung dieses Algorithmus gegeben, was im Jahr 1985 durch Dougenik, Chrisman und Niemeyer auch geschah.

5.2 „Rubber-Sheet“ – Algorithmus nach Dougenik et al. (1985)

Die „Rubber-Sheet“-Methode nach Dougenik et al. kann als Weiterentwicklung des von Waldo Tobler im Jahr 1973 präsentierten Algorithmus zur Erstellung kartographischer Anamorphosen angesehen werden. RASE (1997a) stellt sich den dabei durchgeführten Vorgang als einen Bündel zweidimensionaler, zusammengeklebter Luftballons vor, denen aufgrund des dargestellten Merkmals entweder Luft zugeführt oder entnommen wird. Das Besondere dabei ist, dass dies nicht plötzlich auf einmal, sondern iterativ erfolgt, damit die zugrundeliegende Struktur gleichmäßig unter Spannung gesetzt wird [vgl. RAS-97a, S.84 f.]. Somit erfolgt die thematische Verzerrung der darzustellenden Raumeinheiten ähnlich wie bei Tobler's „Rubber-Map“-Methode schrittweise, damit man sich langsam an das möglichst beste Endresultat herantasten kann und die unvermeidbaren Restfehler so gering wie nur möglich halten kann:

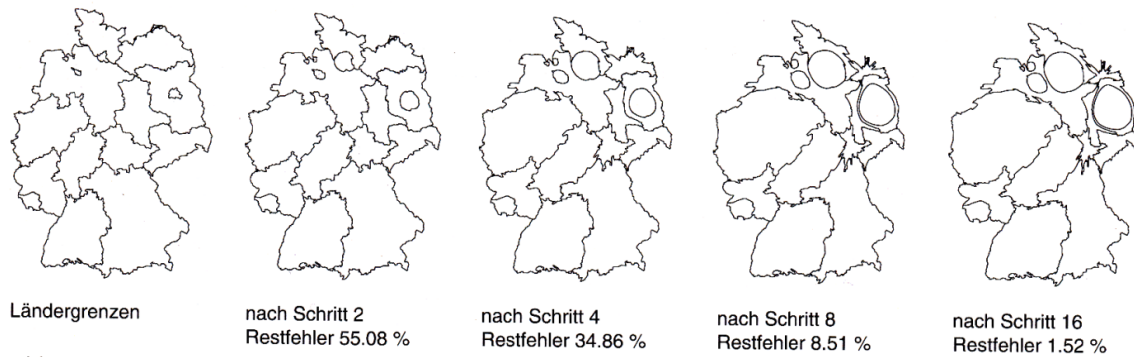


Abb. 22: Verlauf einer Iteration nach dem Algorithmus von Dougenik et al. [aus RAS-97a, S.84]

DOUGENIK ET AL. (1985) sehen einen großen Vorteil ihrer Methode darin, dass der Konstruktionsprozess der kartographischen Anamorphose direkt auf der topologischen Struktur der Karte ausgeführt wird und nicht wie bei Tobler von einem rechteckigen oder sechseckigen Gitternetz abhängig ist [vgl. DOU-85, S.76]. Im Zuge dieses Algorithmus gehen von den Zentren der betroffenen Polygone richtungsbezogene Kräfte aus, die an den Punkten der jeweiligen (Grenz-)Linien als Vektoren aufgefasst und in die Berechnung miteinbezogen werden. Damit nun ein Punkt im Modell verschoben werden kann, werden die Beträge aller auf diesen Punkt einwirkenden Richtungsvektoren aufsummiert, wodurch sich für den jeweiligen betroffenen Punkt ein gewisser räumlicher Versatz ergibt. Wie stark diese Kräfte nun auf die einzelnen Punkte einwirken, hängt auch von der Differenz zwischen der aktuellen und der erwünschten Fläche der jeweiligen betroffenen Raumeinheit ab [vgl. HEN-09, S.485 und RAS-97a, S.84]. Nach HENRIQUES ET AL. (2009) versteht man unter der aktuellen Fläche der darzustellenden Polygone jene, die dem Kartographen nach jedem einzelnen Iterationsschritt erscheint und somit im Laufe des Konstruktionsprozesses variieren kann, während die erwünschte Fläche den verzerrten Raumeinheiten in der fertigen kartographischen Anamorphose entspricht [vgl. HEN-09, S.485]. Zusätzlich ist hierbei auch noch zu beobachten, dass die wirkenden Kräfte auch mit zunehmender Entfernung von den jeweiligen Zentren der betroffenen Polygone abgeschwächt werden.

Der große Vorteil dieser Methode liegt, wie bereits erwähnt, wohl darin, dass man sich hierbei den Zwischenschritt über das rechteckige oder sechseckige Gitternetz erspart und somit eine häufige Fehlerquelle gleich von Beginn an ausschalten kann. Außerdem können kartographische Anamorphosen durch diesen Algorithmus wesentlich rascher erstellt

werden, als es noch beim Algorithmus nach Tobler der Fall war. Allerdings lassen sich manche topologischen Fehler, die nach der Konstruktion zu beobachten sind, auch durch die „Rubber-Sheet“-Methode nicht vollständig ausblenden. Zwar sind DOUGENIK ET AL. (1985) generell der Meinung, dass durch die im Zuge dieses Algorithmus durchgeführten mathematischen Operationen die Topologie im Kartenbild nicht angegriffen werden sollte, räumen aber dennoch ein, dass dies in manchen Ausnahmen nicht möglich ist [vgl. DOU-85, S.77].

5.3 Algorithmus nach Dorling (1996)

DORLING (1996) ist generell der Meinung, dass es in manchen Situationen durchaus von Vorteil sein kann, wenn die oftmals komplexeren räumlichen Einheiten in der Karte auf einfachere geometrische Formen, wie beispielsweise Kreise oder Rechtecke, reduziert werden [vgl. DOR-96, S.32]. Die Kartennutzer sind dadurch in der Lage, Größenunterschiede zwischen den einzelnen dargestellten Polygonen zu erkennen und somit die zugrundeliegenden Werte besser herauslesen zu können. Aus diesem Grund hat Dorling im Jahr 1991 dafür einen eigenen Algorithmus zur Erstellung solcher kartographischer Anamorphosen entwickelt, dessen Vorgehensweise im folgenden Absatz näher erläutert wird.

Jede darzustellende räumliche Einheit wird mittels eines Kreises visualisiert, dessen Durchmesser durch einen Wert einer bestimmten Variablen vorgegeben wird, welche im Falle Dorlings meistens den Bevölkerungszahlen der einzelnen Staaten oder Regionen entspricht. Im Zuge dieses Algorithmus wirken nun auf diese Kreise bestimmte Kräfte, die auch in einem Gravitationsmodell beobachtet werden können. Dabei werden die Kreise laut DORLING (1996) einerseits von jenen Kreisen angezogen, mit denen sie sich auch in der Realität eine gemeinsame Grenze teilen und andererseits auch von jenen abgestoßen, mit denen sie sich überlappen. Durch mehrere aufeinanderfolgende Iterationsschritte wird nun versucht, die entsprechenden Kreise passend im Kartenbild zu positionieren, sodass sie sich einerseits nicht überlappen und andererseits mit jenen Kreisen in Kontakt bleiben, an denen sie auch in der Realität angrenzen [vgl. DOR-96, S.32]. Die folgende Abbildung (Abb. 23) zeigt den Ablauf einer Polygonpositionierung am Beispiel einer isodemographischen Darstellung Großbritanniens:

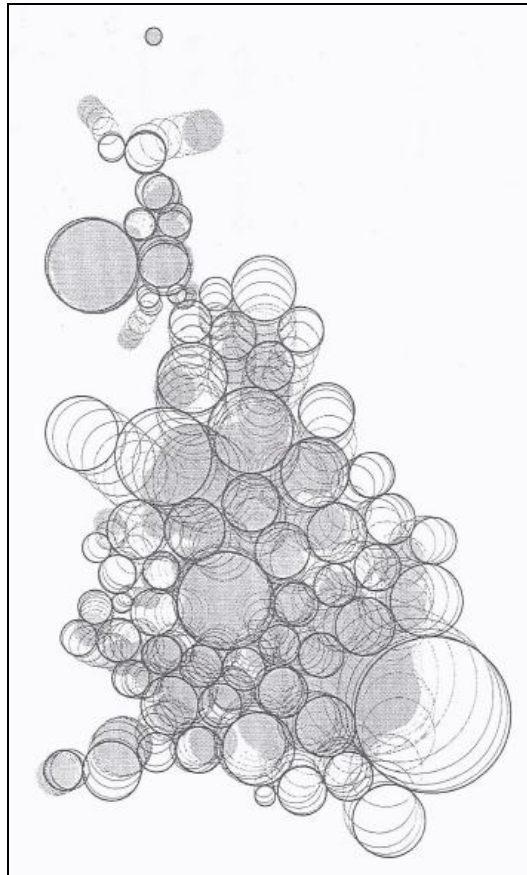


Abb. 23: Ablauf einer Polygonpositionierung nach Dorling [aus DOR-94, S.89]

Den größten Vorteil seiner Methode sieht DORLING (1996) darin, dass mit zunehmender Anzahl an Polygonen (in diesem Fall Kreise) auch die Fehlerquote bezüglich der topologischen Strukturen im Kartenbild zurückgeht [vgl. DOR-96, S.34]. TOBLER (2002) sieht durch die Verwendung einfacher geometrischer Formen anstelle komplex verzerrter Polygone zusätzlich auch noch den Vorteil, dass darin auch noch andere Themen visualisiert werden können [vgl. TOB-02, S.68]. Dadurch wird die kartographische Anamorphose gleichzeitig auch noch zu einer Basiskarte umfunktioniert, wodurch man als Ergebnis eine mehrschichtige kartographische Anamorphose erhält.

5.4 Algorithmus nach Gastner/Newman (2004)

Die Entwicklung des Algorithmus von Gastner und Newman im Jahr 2004 stellt einen weiteren Meilenstein in der Geschichte kartographischer Anamorphosen dar, was auch

von einigen Experten dementsprechend honoriert wurde. OYANA ET AL. (2011) berichten unter anderem von einer effizienten und auch effektiven Methode zur Darstellung bestimmter räumlicher Datenausprägungen [vgl. OYA-11, S.103].

Grundsätzlich nutzt man hier Diffusionsprozesse aus der Elementarphysik, wobei einzelne Werte zwischen den dargestellten Polygonen „fließen“ können und es somit zu einem Austausch von Wertanteilen kommt. GASTNER und NEWMAN (2004) beschreiben diesen Vorgang folgendermaßen: „Thus, one way to create a cartogram, given a particular population density, is to allow population somehow to „flow away“ from high-density areas into low-density ones, until the density is equalized everywhere“ [GAS-04, S.7500]. Nach HENNIG (2013) existieren bei fast allen dargestellten Themen Dichteunterschiede zwischen den ausgewählten Polygonen, die durch diese Methode erfolgreich ausgebessert werden [vgl. HEN-13, S.28]. Die folgende Abbildung (Abb. 24) wurde ebenfalls der Arbeit von HENNIG (2013) entnommen und soll das grundlegende Prinzip eines Diffusionsprozesses auch graphisch untermauern:

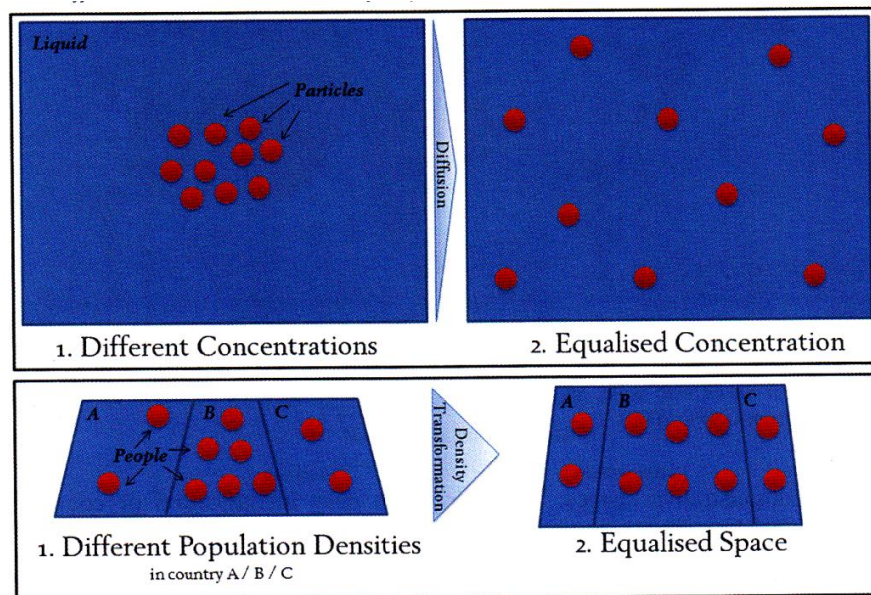


Abb. 24: Grundlegendes Prinzip eines Diffusionsprozesses [aus HEN-13, S.28]

Als größter Vorteil dieses Algorithmus können wohl die Tatsachen angesehen werden, dass er einerseits wesentlich schneller und effektiver als seine Vorgänger arbeitet und andererseits die zugrundeliegenden topologischen Strukturen komplett aufrecht erhält.

GASTNER und NEWMAN (2004) sprechen auch die große Flexibilität ihres Algorithmus bezüglich der Intensität der angewendeten Verzerrung an, wodurch die kartographische Anamorphose je nach verfolgtem Zweck individuell verzerrt und aufbereitet werden kann [vgl. GAS-04, S.7504]. Bekannt ist diese „Diffusion-based“-Methode vor allem durch ihre Verwendung im Worldmapper-Projekt, das bereits im Einleitungskapitel dieser Masterarbeit (S. 1) kurz angeschnitten wurde. Laut HENNIG (2013) ist das Ziel dieses Projektes kartographische Anamorphosen auch der breiten Öffentlichkeit schmackhaft und zugänglich zu machen und ihren Einsatz in Wissenschaft und Ausbildung zu fördern [vgl. HEN-13, S.29]. Die folgende Abbildung (Abb. 25) zeigt einen Screenshot von der Startseite des Webportals vom Worldmapper-Projekt:



Abb. 25: Screenshot von der Startseite des Worldmapper-Projekts [WOR-14b]

Auch die für die Studie dieser Masterarbeit herangezogenen kartographischen Anamorphosen wurden mittels ArcMap 10.2 nach dem Algorithmus von Gastner und Newman erstellt. Das Beispiel in folgender Abbildung (Abb. 26) zeigt eine solche kartographische

Anamorphose zum Thema prozentueller Anteil von Atomstrom an der Gesamtstromproduktion, wurde aber aufgrund ihrer Komplexität im Zuge der durchgeführten Online-Umfrage nicht berücksichtigt:

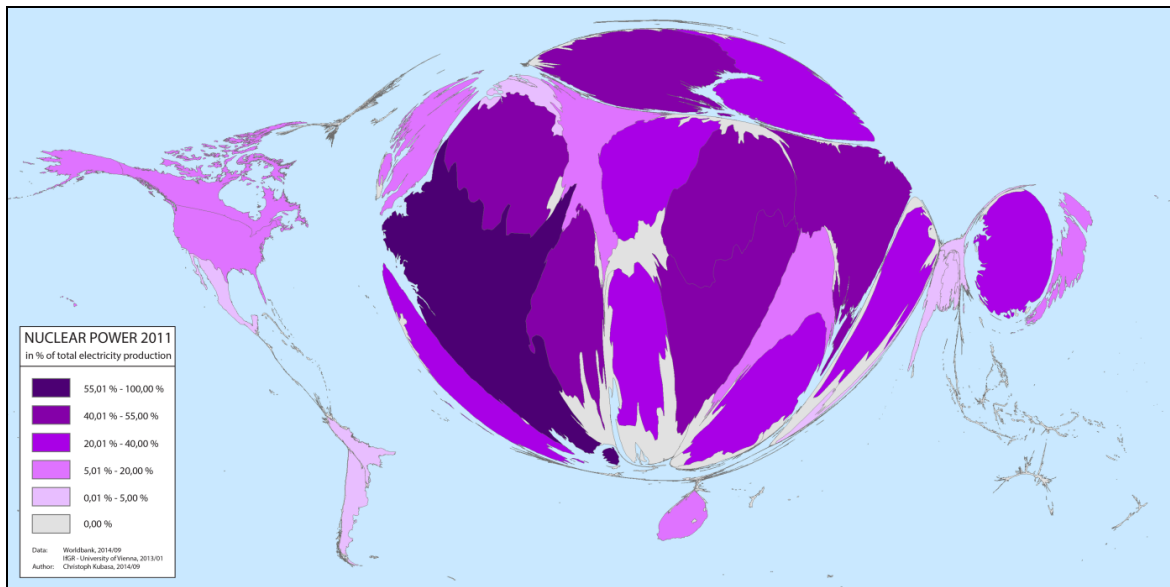


Abb. 26: Kartographische Anamorphose (Gastner/Newman) – Prozentueller Anteil von Atomstrom an der Gesamtstromproduktion (2011)

6 Animation kartographischer Anamorphosen

Bisher beschränkte sich das Hauptaugenmerk dieser Masterarbeit lediglich auf statische kartographische Anamorphosen. Obwohl sie natürlich in vielen Bereichen vorteilhaft eingesetzt werden können, sollen hier auch die Nachteile solcher kartographischen Darstellungen nicht unerwähnt bleiben: DRANSCH (1995, 1997) spricht diesbezüglich von gewissen Beschränkungen, denen solche Darstellungsformen unterliegen. Diese seien aufgrund ihrer traditionellen Merkmale gegeben, wodurch gewisse thematische Ausprägungen nicht mehr adäquat abgebildet werden können [vgl. DRA-95, S.5 und DRA-97, S.6]. Konkret handelt es sich um vier charakteristische Merkmale statischer kartographischer Darstellungen, die in den nun folgenden Absätzen kurz thematisiert werden:

Die wohl wesentlichste Beschränkung statischer kartographischer Darstellungen besteht laut DRANSCH (1997) in ihrem statischen Wesen, wodurch nur momentane Zustände des Raumes und keine Entwicklungen über einen gewissen Zeitraum vermittelt werden können [vgl. DRA-97, S.6]. Die in der Realität jedoch sehr wichtigen dynamischen Prozesse dürfen auch von der Kartographie nicht unberücksichtigt bleiben, weshalb dafür bereits verschiedene kartographische Werkzeuge und Signaturen entwickelt wurden: Neben Bewegungssignaturen, die zeitabhängige Lageveränderungen bestimmter Objekte im Raum visualisieren sollen, wurden auch eigene Signaturen entwickelt, die bereits die Veränderungen zwischen einzelnen räumlichen Zuständen zeigen sollen. Zusätzlich lassen sich auch Entwicklungen mithilfe mehrerer nebeneinanderstehender Karten darstellen, die als Zeitreihenkarten bekannt sind [vgl. DRA-97, S.7]. Allerdings werden dynamische Prozesse dadurch nur unzureichend vermittelt, was DRANSCH (1997) folgendermaßen auf den Punkt bringt: „Alle diese Darstellungen bleiben jedoch statisch. Zwar vermitteln sie einen Eindruck von den Veränderungen, doch können sie die Dynamik der Veränderungen, ob sprunghaft oder kontinuierlich, stetig oder unstetig usw., nicht wiedergeben“ [DRA-97, S.7].

Die zweite Beschränkung statischer kartographischer Darstellungen ergibt sich aus der Tatsache, dass aufgrund des gewählten Darstellungsmaßstabes nur bestimmte räumliche Ausschnitte der Erdoberfläche dargestellt werden können und es somit auch zu einer inhaltlichen Filterung der darzustellenden Objekte kommt. Für das Verständnis der Kartennutzer ist es allerdings oft von besonders großer Bedeutung, dass auch größere Zusammenhänge räumlicher Strukturen dargestellt werden. DRANSCH (1997) spricht in diesem Zusammenhang vom „isolierenden Charakter“ statischer kartographischer Dar-

stellungsformen, wobei man in der Vergangenheit bereits versucht hat, dieses Problem mittels thematischer Mehrschichtenkarten und mehrerer thematischer Einzelkarten in Form von Zeitreihenkarten zu umgehen. Jedoch weist sie auch darauf hin, dass die Komplexität thematischer Mehrschichtenkarten, sowie Probleme bei der Verknüpfung der thematischen Inhalte mehrerer Einzelkarten oftmals negative Auswirkungen auf die Erkenntnisgewinnung der Kartennutzer haben können [vgl. DRA-97, S.8].

Die dritte Beschränkung statischer kartographischer Darstellungen geht davon aus, dass sich die in bestimmten kartographischen Produkten visualisierten Daten dem Betrachter nur in einer graphischen Ausprägung präsentieren, wobei viele andere Visualisierungsmöglichkeiten bestehen würden. DRANSCH (1997) spricht dabei von der selektiven Eigenschaft statischer kartographischer Darstellungsformen, die sich einerseits vom verfolgten Ziel und Zweck des jeweiligen Produktes, sowie von der unbewussten, subjektiven Einwirkung durch den Kartenautor ergibt [vgl. DRA-97, S.8 f.]. Somit wird den Kartennutzern nur ein Gesichtspunkt bestimmter räumlicher Gegebenheiten gezeigt, obwohl die zugrundeliegenden Daten und Informationen verschiedene Variationen zulassen würden. Die vierte und somit letzte Beschränkung statischer kartographischer Darstellungen ist in ihrer Passivität versteckt. Laut DRANSCH (1997) sind statische kartographische Darstellungen „keine interaktiven Kommunikationsmittel, sie können vom Benutzer nicht nutzungsorientiert verändert werden“ [DRA-97, S.9]. Bei statischen kartographischen Darstellungen ist es den Kartennutzern somit nicht möglich, bestimmte Signaturen oder Darstellungsobjekte zweckbezogen zu verändern, was in weiterer Folge auch Auswirkungen auf die weiteren Handlungen der Betrachter haben kann. Sowohl DRANSCH (1997), als auch BUZIEK (2000) sehen dieses Problem im traditionellen Medium kartographischer Darstellungen, nämlich dem Papier, begründet [vgl. DRA-97, S.10 und BUZ-00, S.15]. Laut DRANSCH (1997) ist dieses Medium „statisch und passiv, und es kann aus Gründen der Lesbarkeit nur eine begrenzte Menge an Information zeigen“ [DRA-97, S.10].

BUZIEK (2000) schlägt zur Lösung der soeben aufgelisteten und thematisierten Probleme Animationen vor, da diese in der Lage sind, zeitbezogene Entwicklungen in adäquater Art und Weise darzustellen [vgl. BUZ-00, S.15]. In den folgenden Subkapiteln wird zunächst allgemein auf Animationen eingegangen und es werden auch die einzelnen Komponenten einer Animation näher behandelt. Zu guter Letzt werden auch noch drei Möglichkeiten zur kartographischen Animation genauer thematisiert, die sich auch besonders gut zur Animation kartographischer Anamorphosen eignen. Außerdem wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass alle Inhalte der nun folgenden Subkapitel zwar sehr allgemein zum Thema Animation behandelt wurden, allerdings problemlos auch auf die Animation

kartographischer Anamorphosen umgelegt und darauf bezogen werden können.

6.1 Allgemeines zur (kartographischen) Animation

Der Begriff „Animation“ stammt vom lateinischen Wort „animare“ ab. Schlägt man diesbezüglich ein lateinisches Wörterbuch auf, erhält man als Übersetzung die Verben „beleben“ oder „beseelen“ [vgl. DRA-00, S.5]. Man kann somit sagen, dass im Zuge der Animation einer bestimmten Situation ein eigenständiges Leben eingehaucht wird, was sich den Betrachtern in Form von bewegten Darstellungen präsentiert. Dabei werden mehrere Bilder sukzessiv nacheinander abgespielt, wobei ein fließender Übergang zwischen den benachbarten Bildern erst ab einer Bildrate von 24 Bildern pro Sekunde realisiert werden kann [vgl. HAK-02, S.279f.].

„Animation“ wird auch oftmals synonym zu anderen Bezeichnungen, wie beispielsweise Film, Video, Simulation, usw., verwendet, obwohl, wie es auch DRANSCH (2000) festhält, dies nicht ganz zutreffend ist, da die einzelnen Begriffe sich auf unterschiedliche Arten der Informationsdarstellung und –speicherung beziehen. Animationen zeichnen sich dabei durch (zumeist rechnergestützte) konstruierte Bildreihen aus [vgl. DRA-00, S.5]. Auch in der digitalen Kartographie werden animierte kartographische Produkte immer häufiger verwendet, da sie in der Lage sind, die bereits erwähnten Probleme statischer kartographischer Darstellungsformen zu umgehen und somit auch dynamische Prozesse der Realität darstellen können. HARROWER (2009) weist diesbezüglich darauf hin, dass jüngste Forschungen bereits gezeigt haben, dass Kartennutzer mithilfe von animierten kartographischen Darstellungen neue Einblicke in bestimmte geographische Prozesse erhalten können, die innerhalb statischer Darstellungen buchstäblich „unsichtbar“ waren [vgl. HAR-09, S.408]. Ebenso können auch kartographische Anamorphosen und die darin enthaltenen Informationen von diesen positiven Aspekten der Animation profitieren, wobei diesbezüglich auch schon gewisse Ansätze und Algorithmen verfolgt wurden, wie es beispielsweise auch OUYANG und REVESZ (2000) zeigen [vgl. OUY-00].

Aufgrund der Tatsache, dass die meisten (kartographischen) Animationen rechnergestützt erzeugt werden, weist RASE (2000) darauf hin, dass man dabei auch einige technische Grundvoraussetzungen berücksichtigen muss, wie beispielsweise Komprimierungsverfahren zur Verringerung der Datenmengen oder die am häufigsten verwendeten Dateiformate für Animationssequenzen [vgl. RAS-00, S.419]. Zusätzlich führt er aus, dass

die in der Kartographie am häufigsten eingesetzten Dateiformate mit Datenkomprimierungsfunktion für Rasterbilder JPEG (Joint Photographic Experts Group), GIF (Graphics Interchange Format) und PNG (Portable Network Graphics) sind, wobei alle drei auch einige Nachteile aufweisen. Durch das Dateiformat JPEG kann zwar eine viel geringere Datenmenge erreicht werden, allerdings kommt es hierbei auch zu einem erheblichen Verlust an Information, die zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr rekonstruiert werden kann. Im Gegensatz dazu weist GIF zwar keine verlustbehaftete Datenkomprimierung auf, kann aber lediglich eine Farbtiefe von 8 bit darstellen. Das PNG-Format hingegen kann als adäquater Ersatz für die beiden zuvor genannten Dateiformate angesehen werden, da es einerseits bei der Datenkomprimierung keine Informationen verliert und andererseits eine Farbtiefe von 24 bit darstellen kann. Das größte Problem liegt dabei allerdings in der geringen Verbreitung und Durchsetzung dieses Dateiformates [vgl. RAS-00, S.421 f.]. Eine Möglichkeit der schrittweisen Komprimierung ergibt sich durch das MPEG-Verfahren (Moving Pictures Experts Group): Dabei werden neben der Komprimierung auch noch die jeweiligen aufeinanderfolgenden Bilder miteinander verglichen, wodurch nur jene Pixel des ersten Bildes im darauffolgenden Bild gespeichert werden, die sich auch wirklich verändern [vgl. RAS-00, S.422]. Die soeben aufgelisteten Voraussetzungen für die Erstellung kartographischer Animationen sollten vor allem aufgrund der Tatsache berücksichtigt werden, dass die meisten Animationen den Kartennutzern im Internet zur Verfügung gestellt werden und somit stets danach getrachtet werden muss, ihnen einen möglichst störungsfreien Zugang und Ablauf zur kartographischen Animation zu verschaffen.

Ein wesentlicher Vorteil einer solchen webbasierten kartographischen Animation ist die oftmals damit einhergehende Interaktivität, die beispielsweise auch HARROWER (2009) dementsprechend hervorhebt [vgl. HAR-09, S.408]. Hierzu ein kurzes Beispiel: Es wird hier grundlegend einmal davon ausgegangen, dass der überwiegende Großteil aller Internet-User früher oder später auch mit Online-Kartenanbietern, wie beispielsweise Google Maps oder Open Street Maps, konfrontiert wird. Den Kartennutzern stehen dabei unterschiedliche Interaktionstools zur Verfügung, wodurch die Karte nutzungsorientiert eingesetzt werden kann. Diese können dabei je nach Online-Kartenanbieter in unterschiedlicher Quantität und Qualität abgerufen werden: Das wohl am häufigsten eingesetzte Werkzeug ist dabei die Zoom-Funktion, die es den Betrachtern erlaubt, zwischen unterschiedlichen Betrachtungsstufen zu wechseln. Daneben werden häufig auch noch Suchfunktionen eingebettet, mit deren Hilfe die Kartennutzer schnell den von ihnen gesuchten Ort auffinden können. Zusätzlich existiert auch noch eine große Anzahl weiterer Interak-

tionstools, die es dem Kartennutzer ermöglichen größere Zusammenhänge und Strukturen zu erkennen und gleichsam nutzungsorientiert mit der kartographischen Darstellung zu arbeiten.

6.1.1 Echtzeit-Animation

Laut HAKE ET AL. (2002) werden im Zuge der Echtzeit-Animation die Einzelbilder fast gleichzeitig mit der Betrachtung einer bestimmten Bildfolge berechnet. Dabei ist es wichtig, dass die einzelnen Bilder zwischen 33 und 40 Millisekunden erstellt werden, damit eine Bildfolge von 24 bis 30 Bildern pro Sekunde erreicht werden kann [vgl. HAK-02, S.282]. Diese Animationsart ist vor allem dann zu wählen, wenn man Interaktivität innerhalb der animierten Darstellung erlauben möchte. Als mögliche Beispiele erwähnt RASE (2000) dabei Simulationen von Flügen über der Erdoberfläche, im Zuge dessen einerseits der Flugpfad an sich geändert werden kann oder andererseits auch die jeweiligen Kameraeinstellungen variiert werden können [vgl. RAS-00, S.421]. HAKE ET AL. (2002) erwähnen allerdings auch den großen Nachteil von Echtzeit-Animationen: Aufgrund der schnellen Bildberechnung werden sowohl an die Hard-, als auch an die Software sehr hohe Ansprüche gestellt, wodurch man in anderen Bereichen einsparen muss. Die Einsparungen betreffen dabei meistens die Qualität und Detailtreue der dargestellten Inhalte [vgl. HAK-02, S.282].

6.1.2 Aufgezeichnete Animation

Im Gegensatz zur Echtzeit-Animation, werden in diesem Fall die zur Animation verwendeten Einzelbilder nach ihrer Berechnung auf einen anderen Datenträger gespeichert. Ihr großer Vorteil besteht nun darin, dass die Animation beliebig oft abgespielt werden kann, was bei Echtzeit-Animationen nicht möglich ist. Allerdings lassen aufgezeichnete Animationen keine Interaktionen während des Abspielens dieser zu, was auch als wesentlicher Nachteil dieser Animationsart angesehen werden kann [vgl. RAS-00, S.421].

6.2 Typen (kartographischer) Animationen

Eine (kartographische) Animation wird vor allem durch ihre Präsentationszeit charakterisiert und beeinflusst. Innerhalb dieser Präsentationszeit können allerdings unterschiedliche Abläufe und Prozesse visualisiert werden, die sich entweder tatsächlich auf zeitliche Veränderungen bestimmter Phänomene oder auf qualitative Veränderungen der darzustellenden Objekte beziehen. In der Fachliteratur wird dabei zwischen der temporalen und nontemporalen Animation unterschieden.

6.2.1 Temporale Animation

Laut DRANSCH (1997) versteht man unter einer temporalen Animation eine gewisse Sequenz von einzelnen Darstellungen, die innerhalb eines bestimmten Zeitraumes entsprechenden Veränderungen ausgesetzt sind. Die wesentlichen Grundlagen dieses Animationstyps sind dabei die in einem gewissen Zeitintervall verstrichene Zeit, sowie auch die darin entstandenen Veränderungen [vgl. DRA-97, S.43]. Beispiele dazu, die auch kartographisch umgesetzt werden könnten, wären dabei die rasante Entwicklung bei der Zerstörung tropischer Regenwälder oder auch die Ausweitung urbaner Strukturen auf die umliegenden ländlich geprägten Randgebiete.

6.2.2 Nontemporale Animation

Bei der nontemporalen Animation spielen nicht mehr die Veränderungen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes eine grundlegende Rolle, sondern vielmehr qualitative Veränderungen einzelner Objekte der Realität. Nach DRANSCH (1997) bezeichnet die nontemporale Animation eine Bildfolge, „die die Daten eines Raumausschnittes zu einem Zeitpunkt in unterschiedlicher Weise wiedergeben“ [DRA-97, S.77]. Somit sollen übergeordnete Strukturen und Zusammenhänge im Raum sichtbar und erkennbar gemacht werden [vgl. DRA-97, S.77].

6.3 Komponenten (kartographischer) Animationen

Animationen jeglicher Art werden von unterschiedlichen Komponenten aufgebaut, die auch ineinander greifen und somit voneinander abhängig sind. Diese müssen auch bereits vor der Konstruktion von Animationen im so genannten Storyboard genau festgehalten und definiert werden, damit es in den darauffolgenden Prozessen zu keinen unerwünschten Problemen kommt. Die wesentlichen Komponenten einer Animation sollen nun in den folgenden Absätzen näher behandelt werden:

- *Animationsobjekte*

Durch Animationsobjekte werden bestimmte Informationen in der animierten Darstellung sichtbar, auf denen die ganze Animation beruht. DRANSCH (1997) fasst unter diesem Begriff, neben den einzelnen Graphikobjekten, die als Träger der darzustellenden Informationen angesehen werden können, auch die jeweilige Kameraposition, die den Betrachtungsstandpunkt und Betrachtungswinkel der Animation festlegt, und die Lichtquelle, durch die man die einzelnen Graphikobjekte auch plastisch hervorheben kann, zusammen [vgl. DRA-97, S.26 f.]. Als Beispiel solcher Animationsobjekte in einer kartographischen Animation, nennen HAKE ET AL. (2002) die jeweiligen graphischen Variablen, die zur Visualisierung ausgewählter Phänomene der Realität herangezogen werden [vgl. HAK-02, S.280]. Somit kann man sagen, dass die Animationsobjekte die Basis einer Animation bilden, da durch ihre unterschiedlichen Merkmalsausprägungen bestimmte Veränderungen erst sichtbar gemacht werden.

- *Animationsszenen*

Laut DRANSCH (1997) versteht man unter einer Szene „eine strukturierte Anordnung von Animationsobjekten zu einem Bild“ [DRA-97, S.27]. Im Falle einer kartographischen Animation würde man die strukturierte Anordnung und Zusammenfassung bestimmter graphischer Variablen auch als Karte (z.B. Choroplethenkarte) oder kartenverwandte Darstellungsform (z.B. kartographische Anamorphose) bezeichnen [vgl. HAK-02, S.280]. Die zuvor erwähnten Animationsobjekte werden somit innerhalb dieser Komponente zu einer Gesamtkomposition zusammengefasst, wo die einzelnen Merkmalsausprägungen auch mit ihren übergeordneten Zusammenhängen und Beziehungen ersichtlich werden.

- *Sequenzen*

Sequenzen werden von variierenden Szenen aufgebaut. Dabei werden nur jene Szenen zu einer Sequenz zusammengefasst, die auch eine bestimmte Aktion in der Animation darstellen [vgl. DRA-97, S.28]. Somit bauen die Sequenzen auch auf den beiden vorherigen Animationskomponenten auf und sind aufgrund der Veränderungen zwischen den einzelnen Szenen außerdem in der Lage, sowohl temporale, als auch nontemporale Abläufe aufzuzeigen und wiederzugeben.

- *Veränderungen*

Veränderungen können zwischen den einzelnen Szenen auftreten. HAKE ET AL. (2002) geben diesbezüglich an, dass sich solche Veränderungen auf alle Animationsobjekte, also sowohl auf die Graphikobjekte, als auch auf die Kamera und die Lichtquellen, beziehen können [vgl. HAK-02, S.281]. Als Veränderungen zwischen einzelnen Szenen können demnach unterschiedliche quantitative oder qualitative Ausprägungen der graphischen Variablen oder der Wechsel der Kameraposition bzw. der Lichtquelle angesehen werden. DRANSCH (1995) verweist in diesem Zusammenhang aber auch auf den großen Unterschied zwischen den zuvor genannten Komponenten und den in diesem Absatz thematisierten Veränderungen: Während die Animationsobjekte, Szenen und Sequenzen als direkte Komponenten einer Animation bezeichnet werden können, da sie für den Betrachter auch direkt sichtbar sind, fasst man die Veränderungen auch als indirekte Komponente zusammen, da ihre Auswirkungen nur in den unterschiedlichen Animationsobjekten erkennbar sind [vgl. DRA-95, S.22].

- *Akustik*

Zur Unterstützung der in den vorherigen Absätzen erwähnten visuellen Animationskomponenten, kann auch noch als fünfte und letzte Komponente die Akustik herangezogen werden. Laut DRANSCH (2000) ist der Ton sogar eines der wichtigsten und essentiellsten Elemente zur Informationsübertragung innerhalb einer Animation, da er zur Illustration, Interpretation und Kommentierung, Lenkung der Wahrnehmung und Aufmerksamkeitserregung eingesetzt werden kann [vgl. DRA-00, S.8 ff.].

Die soeben genannten Komponenten einer Animation, sowie auch deren interne Beziehungen und Zusammenhänge sollen in der nun folgenden Graphik (Abb. 27) auch noch einmal graphisch hervorgehoben werden:

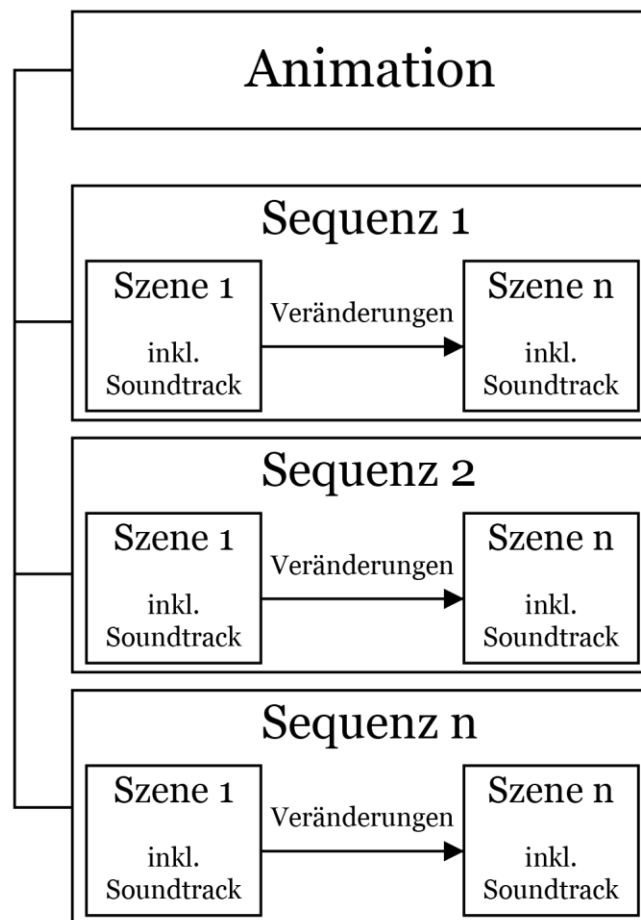


Abb. 27: Zusammenspiel der Animationskomponenten [modifiziert nach DRA-95, S.22]

6.4 Animationsmethoden

Um starre Bilder in bewegte Bilder zu verwandeln, kann man innerhalb einer Vielzahl unterschiedlicher Animationsmethoden wählen. DRANSCH (2000) präferiert dabei folgende Gliederung, die ihrerseits allerdings auf der Einteilung von GERSMEHL (1990) aufbaut [vgl. DRA-00, S.13 und GER-90, S.4 ff.]:

- *Diaschau*

Die Diaschau beschreibt „eine Folge von inhaltlich in Beziehung stehender Einzelszenen, die in festgelegter Reihenfolge abgespielt werden“ [DRA-00, S.13].

- *Text-Animation*

Diese Methode wird vor allem dann eingesetzt, wenn ein sich dynamisch verändernder Text präsentiert werden soll [vgl. DRA-00, S.13].

- *Metamorphose / Morphing*

Im Zuge dieser Animationsmethode wird eine bestimmte Ausgangsszene in die jeweilige Zielszene transformiert [vgl. DRA-00, S.13]. Dies ermöglicht es dem Betrachter, die vorherrschenden Unterschiede und Veränderungen zwischen Ausgangs- und Zielszene besser zu verstehen und zu erkennen.

- *Pfad-Animation*

Wie der Name dieser Animationsmethode bereits verrät, werden die jeweiligen Animationsobjekte entlang eines zuvor definierten Pfades bewegt [vgl. DRA-00, S.13].

- *Farbwellen-Animation*

Diese Methode dient zur Visualisierung animierter Richtungen, die durch gerichtete, fließende Farbwellen repräsentiert werden [vgl. DRA-00, S.13].

- *Darsteller-Animation*

Hierbei werden die jeweiligen Animationsobjekte, die so genannten Darsteller, aufgrund der Inhalte bestimmter Handlungsskripten animiert [vgl. DRA-00, S.13].

- *Kamera-Animation*

Diese Animationsmethode wird vorrangig zur Erstellung dreidimensionaler Animationen durch das Variieren von Kameraeinstellung und Lichtquelle eingesetzt [vgl. DRA-00, S.13].

Im nun folgenden Subkapitel wird auf eine spezielle Animationsmethode näher eingegangen, die auch in der Studie dieser Masterarbeit eingesetzt wurde: Dabei wird zunächst das Prinzip und die Vorgehensweise dieser so genannten Keyframe-Animation thematisiert, während mit dem Morphing (bzw. Warping) und Blending außerdem noch zwei besondere Subkategorien dieser Animationsmethode vorgestellt werden.

6.4.1 Keyframe-Animation

Die klassische Animation bedient sich so genannter Schlüsselszenen, die auch als Keyframes oder Basisbilder bezeichnet werden können. Laut DRANSCH (2000) bilden solche Basisbilder das „Grundgerüst der Animationssequenz“ [DRA-00, S.7], wobei diese zum Zwecke einer reibungslosen Animation auch noch durch zusätzliche Bilder ergänzt werden müssen. Diese so genannten Zwischenbilder werden zwischen zwei benachbarten Basisbildern gezeichnet bzw. durch Interpolation berechnet, damit innerhalb der Animation fließende Übergänge gewährleistet werden können und der Animationsablauf nicht ins Stocken gerät. Nach JACKÈL ET AL. (2006) wurde in den Anfangsjahren der Zeichentrickanimation die Konstruktion solcher Zwischenbilder mittels manueller Methoden realisiert, während aufgrund der verbesserten technischen Möglichkeiten die Erstellung solcher Zwischenbilder mittels Interpolation bereits seit einigen Jahren rechnergestützt erfolgt [vgl. JAC-06, S.89]. Die genaue Anzahl der zu berechnenden Zwischenbilder kann vom Autor je nach Zweck und verfolgtem Ziel der Animation frei gewählt werden, wobei hier in den meisten Fällen ein Kompromiss zwischen der zur Verfügung stehenden Infrastruktur, der auftretenden Datenmengen und einer adäquaten, fließenden Animation gefunden werden muss.

Eine besondere Methode der Keyframe-Animation stellt dabei das so genannte Morphing dar, wobei hier die Definition einer Ausgangs- und einer Zielszene essentiell ist. Nach HAKE ET AL. (2002) werden dabei mittels Interpolation „so viele Zwischenszenen berechnet, dass eine fließende Überführung von der Ausgangsform in die Zielform stattfindet“ [HAK-02, S.281]. Beispielsweise mag in diesem Zusammenhang das so genannte Face-Morphing bekannt sein, im Zuge dessen die Konturen und Merkmale eines Gesichtes in jene eines anderen überführt werden. Der große Vorteil dieser Animationsmethode liegt mit Sicherheit darin, dass sie dem Betrachter das Erkennen und Verstehen der in der Animation dargelegten Veränderungen erleichtern, weil dadurch auch der Bezug zu den ursprünglichen Ausgangsformen bewahrt werden kann.

Streng genommen muss man hierbei allerdings zwischen Warping und Morphing unterscheiden: Während sich Warping auf die direkte Verformung eines bestimmten Objektes bezüglich seiner geometrischen Form bezieht, kommt es im Zuge des Morphings zur Verwandlung eines bestimmten Objektes in eine neue Gestalt inklusive aller dazugehörigen Attribute, wie beispielsweise die jeweiligen Pixelfarbwerte [vgl. JAC-06, S.89 f.]. Aufgrund dieser Tatsachen sehen JACKÈL ET AL. (2006) das Morphing als Erweiterung bzw. nächste Ausbaustufe des Warpings an [vgl. JAC-06, S.90]. Die folgende Abbildung (Abb.

28) soll den Unterschied dieser beiden Methoden auch noch graphisch hervorheben. Darin werden zwei Bildgruppen gezeigt, wobei sich die oberen sechs Bilder auf das Warping und die unteren sechs Bilder auf das Morphing beziehen:

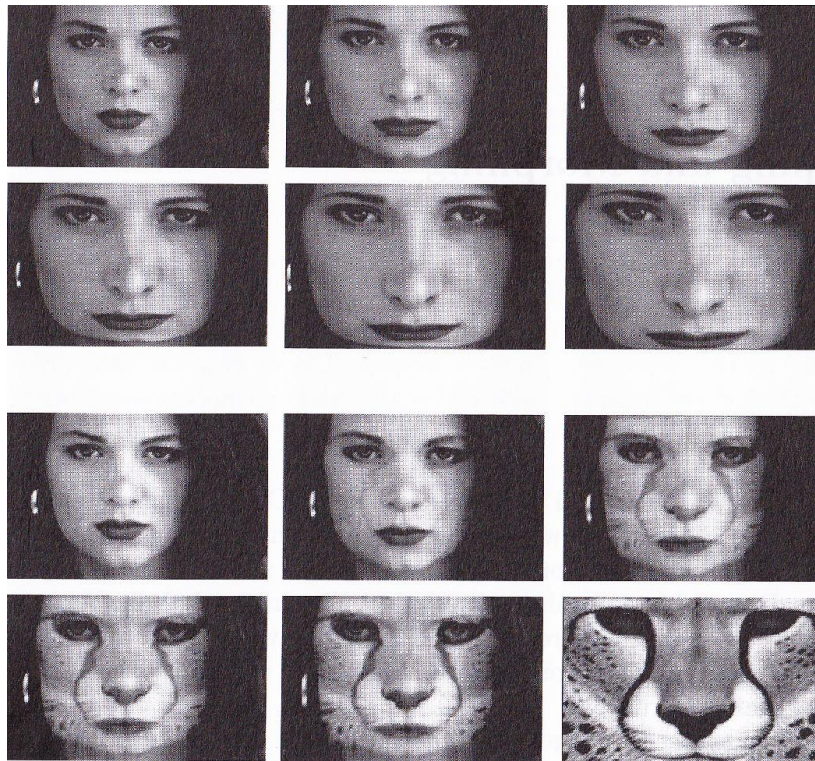


Abb. 28: Vergleich zwischen Warping (oben) und Morphing (unten) [aus JAC-06, S.90]

Für die Studie dieser Masterarbeit wurden im Vorfeld zwei Animationen realisiert: Einerseits wurde dabei eine klassische Choroplethenkarte mittels Warping in eine kartographische Anamorphose überführt, während andererseits die zweite Animation eine Keyframe-Animation darstellt, die auf dem Vorgang des so genannten Blendings basiert, worunter man laut JACKÈL ET AL. (2006) eine Farbinterpolation versteht [vgl. JAC-06, S.90]. Dabei wurden in diesem konkreten Fall zwischen benachbarten Basisbildern mehrere Zwischenbilder berechnet, die die Veränderungen der Pixelfarbwerte repräsentieren und nach einer vorgegebenen Reihenfolge in kürzester Zeit übereinander gelegt wurden.

7 Zweck und Nutzen kartographischer Anamorphosen

Nachdem in den vorherigen Kapiteln das Augenmerk vermehrt auf die unterschiedlichen Arten und Ausprägungen kartographischer Anamorphosen gerichtet wurde, soll im Zuge dieses Kapitels der Zweck und Nutzen dieser kartenverwandten Darstellungsformen rein theoretisch thematisiert werden. Dies geschieht in zwei Schritten: Im ersten Subkapitel werden die wesentlichen Vor- und Nachteile (animierter) kartographischer Anamorphosen aufgelistet und behandelt, während sich das zweite Subkapitel mit deren möglichen positiven und negativen Auswirkungen auf die Erkenntnisgewinnung der Kartennutzer im Zuge des kartographischen Kommunikationsprozesses befasst.

7.1 Status Quo – Vor- und Nachteile

Durch kartographische Anamorphosen lassen sich mittlerweile (fast) alle möglichen Themen darstellen und werden somit auch für unterschiedliche Zwecke genutzt. Ursprünglich dienten sie vor allem als isodemographische Darstellungen zur Wiedergabe der Bevölkerungsverteilungen in ausgewählten Regionen. Die folgende Abbildung (Abb. 29) zeigt eine solche isodemographische Karte auf globaler Ebene für das Jahr 2010:

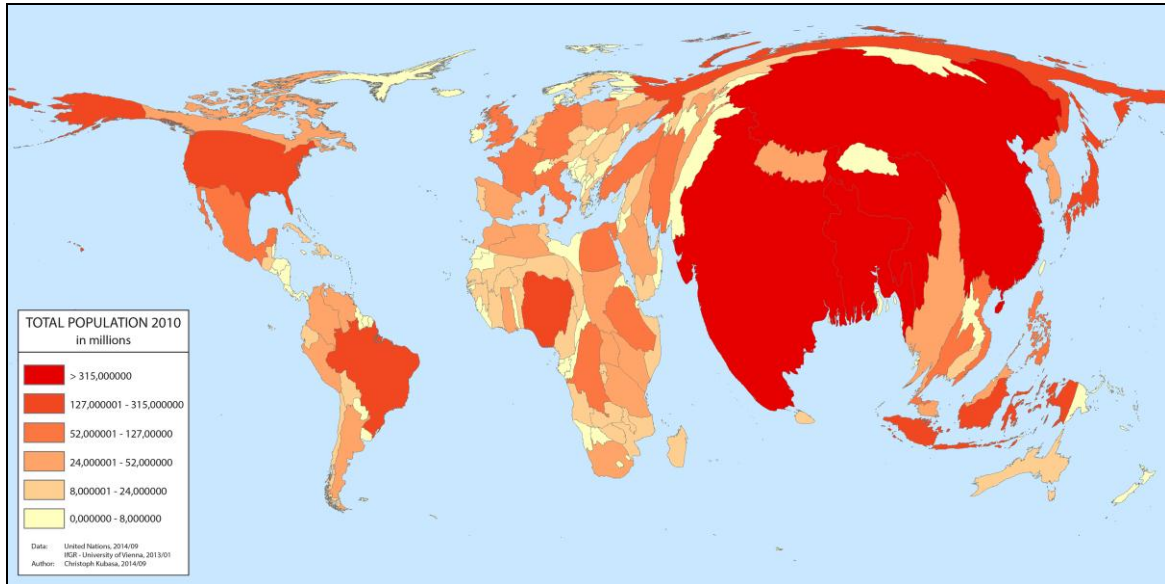


Abb. 29: Isodemographische Darstellung auf globaler Ebene (2010)

In diesem Zusammenhang fasst DORLING (1996) die Vorteile kartographischer Anamorphosen folgendermaßen zusammen: „A major argument for the use of equal population cartograms in human geography is that they produce a more socially form of mapping by giving people more equitable representation in an image of the world“ [DOR-96, S.4]. Dabei ist die Beschreibung „more socially form of mapping“ hervorzuheben, wodurch jedem Einwohner eines bestimmten Gebietes die gleiche Bedeutung im Kartenbild eingeräumt wird. Mittlerweile werden kartographische Anamorphosen auch vermehrt zur Darstellung anderer, teils auch ausgefallener Themen herangezogen. Auch für die im Zuge dieser Arbeit verfolgte Studie wurden unterschiedliche Themen in Form von kartographischen Anamorphosen aufbereitet und dargestellt. So zeigt die folgende Abbildung (Abb. 30) die Herkunft der Flüchtlinge auf globaler Ebene im Jahr 2012, wodurch aufgezeigt werden soll, in welchen Regionen sich die Menschen gezwungen fühlen alles zurückzulassen, um woanders ein völlig neues Leben beginnen zu können:

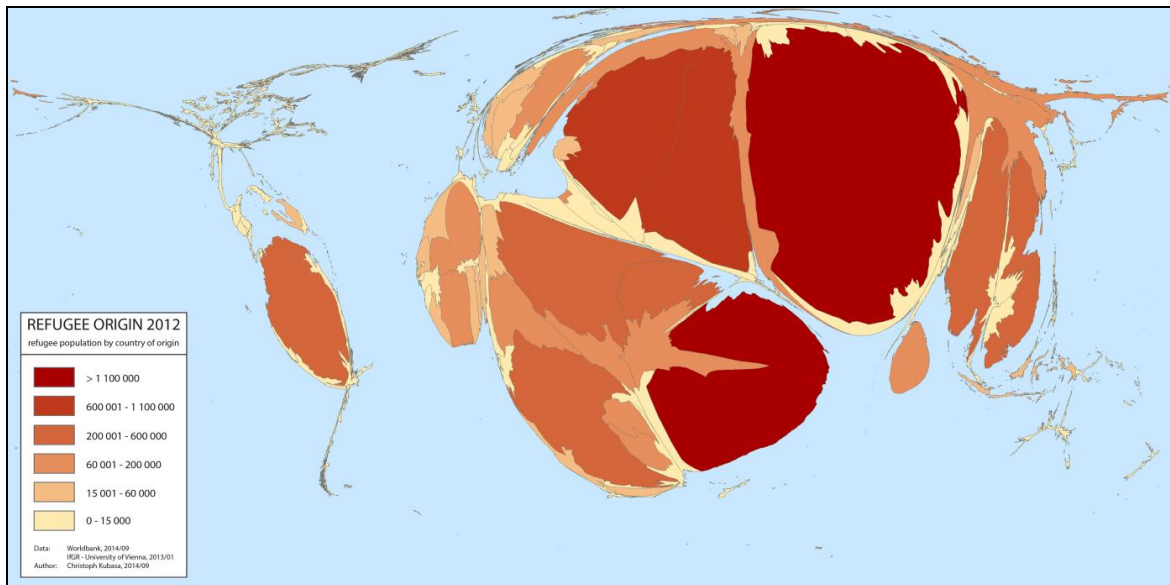


Abb. 30: Herkunft der Flüchtlinge auf globaler Ebene (2012)

BURGDORF (2009a) hält diesbezüglich fest, dass kartographische Anamorphosen „immer dann vorteilhaft eingesetzt werden, wenn sich die thematischen Inhalte nicht direkt auf die Fläche beziehen“ [BUR-09a, S.694]. Somit sollte man kartographische Anamorphosen bei der Darstellung demographischer oder sozialer Merkmale durchaus als brauchbare Alternativen zu den traditionellen kartographischen Darstellungsformen betrachten. In weiterer Folge können diese kartographischen Anamorphosen auch als Basiskarten für andere thematische Sachverhalte dienen, die dabei beispielsweise, ähnlich wie bei klassischen Choroplethenkarten, mittels klassenabhängiger Flächenfärbung visualisiert werden können. HENNIG (2013) hält dazu aber fest, dass die Eignung kartographischer Anamorphosen als Basiskarten immer vom Detailgrad abhängig ist, mit denen die betroffenen Flächen wertproportional skaliert wurden [vgl. HEN-13, S.30]. Je detaillierter die kartographische Anamorphose umgesetzt wurde, desto schwieriger wird es mehrere unterschiedliche thematische Sachverhalte darauf darstellen zu können. HENNIG (2013) weist außerdem darauf hin, dass in den meisten kartographischen Anamorphosen, die auch als Basiskarten dienen, maximal nur ein weiteres Thema dargestellt wird [vgl. HEN-13, S.30].

Wenn man die Fachliteratur durchblättert, dann liegt der größte Vorteil kartographischer Anamorphosen wohl in ihrem Überraschungs- und Schockeffekt, den sie auf Seiten ihrer Betrachter auslösen können [vgl. BUR-09a, DOR-96 und RAS-97a]. Aufgrund der Tatsache, dass sie sich den meisten Kartenlesern als ungewohnte Ansichten auf bestimmte

räumliche Strukturen präsentieren, sind sie in der Lage die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen und die Betrachter, je nach dargestelltem Thema, auch auf emotionaler Ebene zu erreichen. Laut HAKE ET AL. (2002) wirken die meisten kartographischen Anamorphosen „mehr oder weniger ungewöhnlich, sind aber oft in der Lage, Blicke zu fangen und bei den Lesern Neugier zu wecken“ [HAK-02, S.190].

Die soeben erwähnte ungewöhnliche Wirkung auf die Kartennutzer kann aber auch als großer Nachteil kartographischer Anamorphosen angesehen werden. Je nach dargestelltem Thema und der ausgewählten Konstruktionsmethode können diese kartenverwandten Darstellungsformen bis zur Unkenntlichkeit verzerrt werden, wodurch sie ohne zusätzliche Hilfsmittel für ungeübte Betrachter kaum mehr interpretierbar sind. So schlägt BURGDORF (2009b) vor, die thematisch unverzerrte, ursprüngliche Karte als Hilfsmittel neben die kartographische Anamorphose zu setzen, wodurch ihre Les- und Interpretierbarkeit verbessert werden soll. Allerdings sieht er hier auch den Nachteil des doppelten Platzbedarfes am Kartenblatt. Zusätzlich bezeichnet er diesbezüglich aber auch noch einen Größenmaßstab für die transformierten Gebiete innerhalb der Legende als „sinnvoll“ [vgl. BUR-09b, S.616]. Für die Studie dieser Masterarbeit wurde ein anderer Ansatz verfolgt: Über die kartographische Anamorphose wurden hier die Grenzen der thematisch noch unverzerrten Karte gelegt, um somit den Bezug zur ursprünglichen Darstellung wiederherzustellen.

Die in den vorherigen Absätzen thematisierten Vor- und Nachteile kartographischer Anamorphosen werden in folgender Tabelle (Tab. 1) kurz zusammengefasst:

Vorteile kartographischer Anamorphosen	Nachteile kartographischer Anamorphosen
Überraschungs- und Schockeffekt	Ungewohnte, verzerrte Darstellung
Weckung von Neugier	Reale Raumstrukturen schwer ersichtlich
Blickfänger	Ohne Hilfsmittel schwer interpretierbar
Alternative Basiskarte	Vergleichsweise selten in Verwendung

Tab. 1: Wesentliche Vor- und Nachteile kartographischer Anamorphosen

Grundsätzlich treffen diese Vor- und Nachteile auch auf animierte kartographische Anamorphosen zu, da diese im Grunde ja auch auf mehreren verzerrten Darstellungen beruhen. Allerdings besitzen diese den Vorteil, dass sich die Betrachter aufgrund der durch sie festgelegten und benötigten Zeitspanne noch intensiver damit auseinandersetzen und somit auch gewisse räumliche Grundstrukturen eher erkennen können. Wichtig ist dabei, dass die Nutzer die Möglichkeit besitzen, die Animation an einer beliebigen Stelle zu stoppen und individuell wieder zu starten, sowie diese auch beliebig oft zu wiederholen.

7.2 Auswirkungen auf die Erkenntnisgewinnung

Im Zuge der Auseinandersetzung mit kartographischen Produkten jeglicher Art kommt es zur Kommunikation bzw. Interaktion zwischen dem Kartennutzer und der jeweiligen kartographischen Darstellungsform. KRIZ ET AL. (2006) sind dahingehend sogar der Ansicht, dass die Kartographie, und somit auch deren Produkte, mit Kommunikation gleichzusetzen ist [vgl. KRI-06, S.9]. Der Begriff „Kommunikation“ ist natürlich geläufig und wird allen Lesern bekannt sein, da wir tagtäglich sowohl bewusst, als auch unbewusst mit

unserer Umwelt auf unterschiedlichste Art und Weise kommunizieren. Allerdings gibt es dazu unterschiedliche Ansichten, wodurch eine einheitliche Definition dieses Begriffes nur sehr schwer zu finden ist. Eine mögliche Definition für Kommunikation stammt von BOLLMANN (1977): „Kommunikation heißt allgemein: Übermittlung und Austausch von Mitteilungen und sie besteht jeweils zwischen einem Sender, der eine Mitteilung aussendet und einem Empfänger, der diese Mitteilung empfängt“ [BOL-77, S.12]. Versucht man nun diese Definition auf den kartographischen Kommunikationsprozess umzulegen, dann versteht man unter dem Empfänger der jeweiligen Mitteilung den Kartennutzer. Im Gegensatz dazu entspricht der Sender der entsprechenden Information dem Kartenautor. Über das Medium Karte wird dabei versucht, raumbezogene Informationen zu verbreiten um somit bei den Betrachtern einen gewissen Erkenntnisgewinn zu erreichen.

BOLLMANN (1977) führt außerdem aus, dass zur Erstellung und zur anschließenden Übermittlung bestimmter Informationen ein gewisser Zeichenvorrat benötigt wird [vgl. BOL-77, S.13]. Bei einer verbalen Kommunikation entsprechen diese Zeichen beispielsweise einzelnen Buchstaben, die zu Worten und Sätzen zusammengefügt werden um anschließend an den Empfänger übermittelt werden zu können. Im Gegensatz dazu hat man es bei der visuellen Kommunikation, wie beispielsweise bei der klassischen Interaktion mit einer Karte, mit graphischen Zeichen zu tun. Im Falle der Kartographie wären solche Zeichen themenbezogene Signaturen oder unterschiedliche graphische Variablen, die zu einer bestimmten kartographischen Darstellungsform zusammengefügt werden, um somit bestimmte räumliche Informationen an die Kartennutzer zu vermitteln.

Jeder Mensch hat sich im Zuge unterschiedlichster Lebensphasen und Erfahrungen ein individuelles Repertoire solcher Zeichen aufgebaut, mit dem man mit anderen Menschen kommuniziert. Der Einsatz einzelner Zeichen, die zum Zwecke einer fruchtbaren Kommunikation zu einer geordneten Gesamtkomposition zusammengefügt werden, bezeichnet man als Codierung. Dabei wird laut BOLLMANN (1977) „aus dem Primär-Code (Alphabet, Zahlensysteme) ein bestimmter Zeichenvorrat in einen anderen Zeichenvorrat überführt und zwar in den des Binär-Codes“ [BOL-77, S.13]. Zudem ist er der Ansicht, dass die zu einer bestimmten Mitteilung zusammengefügt Zeichen mit Hilfe eines bestimmten Mediums, wie beispielsweise einer Karte, über den so genannten Kommunikationskanal zum Empfänger der Mitteilung gelangen [vgl. BOL-77, S.12]. Der Empfänger decodiert anschließend die empfangene Nachricht und versucht mit Hilfe des eigenen Repertoires an Zeichen die übermittelten Informationen richtig zu deuten. Der soeben beschriebene (kartographische) Kommunikationsprozess soll durch die folgende Abbildung (Abb. 31) auch graphisch erläutert werden:

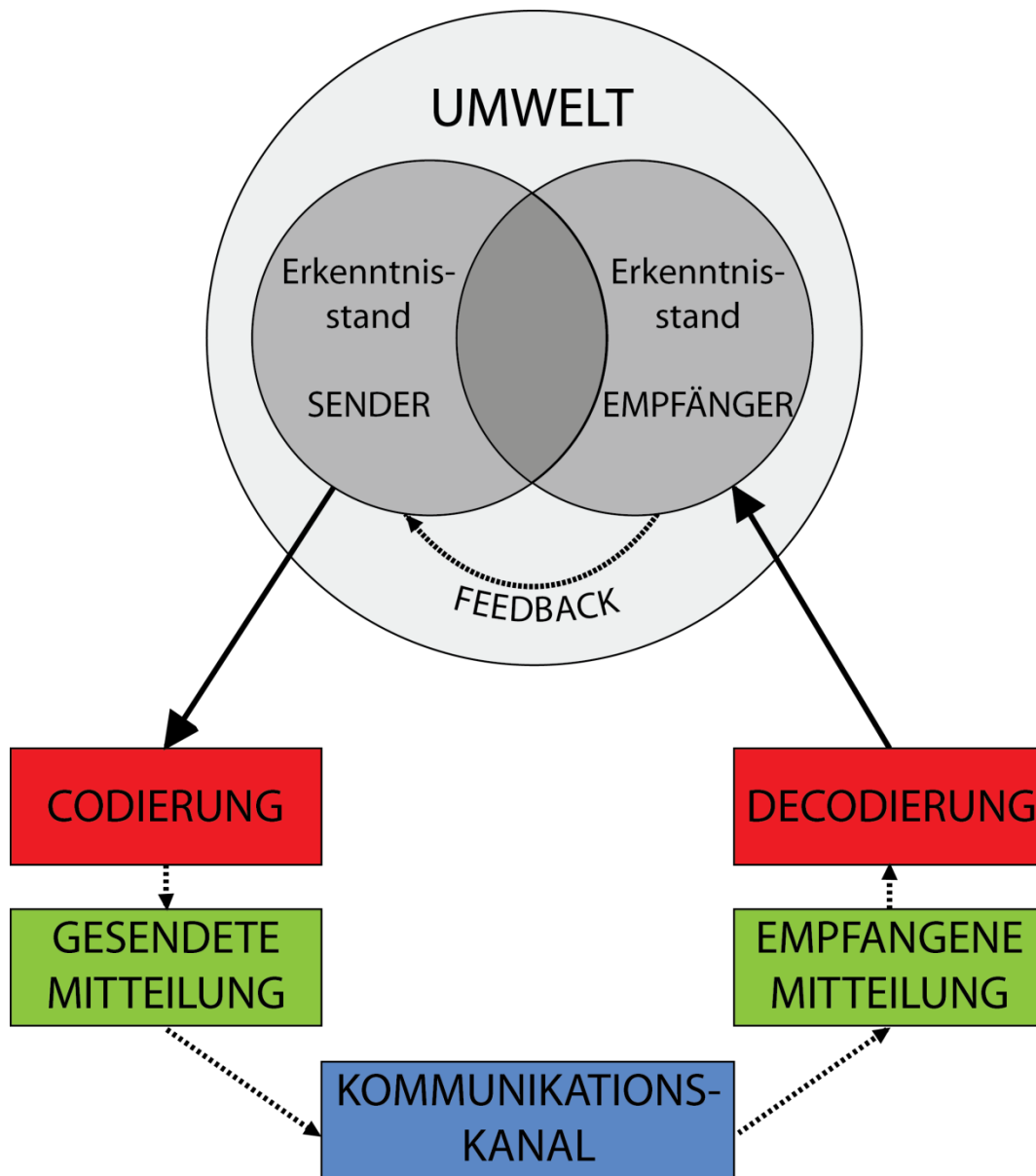


Abb. 31: Ablauf des kartographischen Kommunikationsprozesses [modifiziert nach BOL-02, S.28]

Im Zuge dieses Kommunikationsprozesses kann es aber immer wieder zu Störungen kommen, was zur Folge hat, dass der Empfänger die gesendeten Informationen nicht richtig interpretieren kann. In den meisten Fällen liegt das Problem darin begründet, dass der Sender meistens über ein anderes Repertoire an Zeichen verfügt als der Empfänger. Durch die vorherige Abbildung (Abb. 31) wird dies auch verdeutlicht: Aus dem großen Spektrum ihrer Umwelt wissen die beiden Kommunikationspartner verhältnismäßig

wenig Bescheid, wobei sich ihre jeweiligen Erkenntnisstände auch nur zu einem gewissen Grad decken. Somit können laut BOLLMANN (1977) „nicht beliebige Inhalte durch Zeichen übertragen werden, sondern nur solche, die auch vom Empfänger decodiert werden können, [...]“ [BOL-77, S.13]. Wird dies nicht berücksichtigt, kann es, wie zuvor erwähnt, im Zuge des Kommunikationsprozesses zu diversen Störungen kommen, die das Ergebnis negativ beeinflussen und den Empfänger womöglich zu falschen Handlungen verleiten. Dazu ein Beispiel: Es macht erwartungsgemäß recht wenig Sinn mit einem Mitteleuropäer in Mandarin zu kommunizieren. Sollte dieser nicht zufällig Han-Chinesischer Abstammung sein bzw. einen Intensivkurs in Mandarin besucht haben, wird dieser mit hoher Wahrscheinlichkeit die gesendete Information nicht richtig deuten bzw. erst gar nicht verstehen können. BOLLMANN (1977) sieht dabei vor allem zwei Probleme: Einerseits besitzt der Sender der Informationen in den meisten Fällen einen viel größeren Umfang an Erkenntnissen, als die jeweiligen Empfänger. Andererseits sind dabei unterschiedliche Erkenntnisqualitäten zu beobachten, die wiederum dazu führen können, dass gesendete Mitteilungen falsch gedeutet werden können [vgl. BOL-77, S.13]. Aus diesen Gründen muss der Sender der Information stets danach trachten, sich dem Erkenntnisstand der Empfänger anzupassen, damit mögliche Störungen soweit wie möglich vermieden werden können.

Die eben beschriebenen Aspekte lassen sich auch auf kartographische Anamorphosen umlegen, die den Betrachtern ungewohnte Ansichten der Erde oder diverser Ausschnitte davon liefern. Grundsätzlich lernt man bereits sehr früh mit Karten umzugehen und sie richtig zu deuten. Spätestens in der Schule hat man sich dann ein klassisches Bild der Erde eingeprägt und sieht dieses auch als selbstverständlich an. Da man bis zu diesem Zeitpunkt meistens noch relativ wenig bis gar nichts mit kartographischen Anamorphosen zu tun gehabt hat, können solche verzerrten Darstellungen doch sehr verwirrend wirken und womöglich die Interpretation durch die Kartennutzer auch negativ beeinflussen. Dies liegt darin begründet, dass man mit solchen Kartendarstellungen noch nicht vertraut ist und sich somit recht schnell unsicher und verloren fühlt. Um dies besser zu verdeutlichen soll an dieser Stelle ein kleiner Vergleich angestellt werden: Viele lernen bereits im jungen Kindesalter Rad zu fahren und werden dies wahrscheinlich auch niemals wieder verlernen. Ein plötzlicher Umstieg auf ein Einrad kann allerdings zu großen Problemen führen, weil man sich zuvor noch nie damit auseinandergesetzt hat. Obwohl beide Formen auf denselben Grundprinzipien beruhen, in diesem Fall die Fortbewegung auf Rädern mit Hilfe der eigenen Muskelkraft, erfordern sie doch beide unterschiedliche Herangehensweisen um das gewünschte Ziel zu erreichen. Dies mag vielleicht ein sehr ausge-

fallener Vergleich sein, aber kann dennoch gut auf die Unterschiede zwischen der klassischen Choroplethenkarte und der kartographischen Anamorphose umgelegt werden. Welche Auswirkungen kartographische Anamorphosen im Vergleich zu den klassischen Choroplethenkarten auf die Erkenntnisgewinnung der Kartennutzer haben, wird auch in der Studie dieser Masterarbeit untersucht (siehe Kapitel 10, S. 86).

8 Das Potential kartographischer Anamorphosen

Nachdem kartographische Anamorphosen in den bisherigen Kapiteln dieser Masterarbeit in ihrer Theorie ausreichend behandelt wurden, soll der Schwerpunkt nun auf die Forschungsstudie dieser Arbeit gelegt werden. Wie bereits zu Beginn erwähnt wurde, weisen sowohl die klassischen Choroplethenkarten, als auch die kartographischen Anamorphosen ihre Vor- und Nachteile auf. Aus diesem Grund soll in der Studie dieser Masterarbeit herausgefunden werden, ob sich kartographische Anamorphosen im Vergleich zu den klassischen Choroplethenkarten positiv oder negativ auf das Verständnis und die Erkenntnisgewinnung bestimmter Kartennutzer auswirken, die noch kein spezifisches kartographisches Vorwissen besitzen. Dabei soll auch der Animation der jeweiligen kartographischen Ausdrucksformen mehr Bedeutung zukommen, da eine Folge von Bildern die zu übertragenden thematischen Inhalte oft besser vermitteln kann, als ihre statischen Pendanten. Um zu einem aussagekräftigen Ergebnis zu kommen, wurden im Vorfeld der Studie eine Forschungsfrage und vier untergeordneten Arbeitsfragen formuliert, die im Einleitungskapitel dieser Masterarbeit (S. 1) bereits näher beschrieben wurden.

8.1 Forschungsinstrument

Zur Beantwortung der Forschungsfrage und zur Erlangung aussagekräftiger Ergebnisse wurde von Mitte Oktober 2014 bis Mitte November 2014 eine anonyme Online-Befragung durchgeführt, an der Personen teilnehmen sollten, die kein bis wenig kartographisches Vorwissen besitzen. Auf die teilnehmenden Probanden wird in Kapitel 10.1 (S. 86) dieser Masterarbeit näher eingegangen, weshalb dies an dieser Stelle nicht weiter beschrieben werden soll.

Zur Erstellung des Online-Fragebogens wurde die Software Lime Survey eingesetzt, die zusätzlich auch zur Datensammlung mittels Onlineerhebungen und zur Datenspeicherung herangezogen werden kann [vgl. LIM-14a]. Grundsätzlich handelt es sich hierbei um eine Software, die unter der General Public License (GPL) veröffentlicht wurde. Durch diese Lizenz wird sichergestellt, dass die Software von jedermann frei genutzt werden kann [vgl. LIM-14b]. Somit ergeben sich für die Nutzer der Software die Möglichkeiten, die Software zu verwenden, ihren Quellcode je nach Bedarf und Anforderung zu verändern und danach auch dementsprechend zu verbreiten, wobei dabei wiederum die Vorschriften

von GPL eingehalten werden müssen [vgl. GPL-07]. Auf der Informationshomepage von GPL wird außerdem explizit darauf hingewiesen, dass sich der Begriff „freie Software“ nicht auf den Preis bezieht, sondern auf die Freiheit der einzelnen Nutzer der Software, diese zu verwenden und aufgrund bestimmter Anforderungen oder Wünsche zu verändern und weiter zu verteilen [vgl. GPL-07]. Die wesentlichen Vorteile von Lime Survey liegen in seiner einfachen und intuitiven Handhabung, wobei keine zusätzlichen Programmierkenntnisse erforderlich sind. Außerdem kann man bei einem sehr geringen finanziellen Aufwand, der sich nach den eingehenden Antworten orientiert, auch eine Vielzahl unterschiedlicher Features nützen und die Ergebnisse in unterschiedliche Dateiformate exportieren.

8.2 Befragungsdesign

Der Online-Fragebogen besteht aus drei großen Blöcken, sowie aus einem Zusatzblock der quasi „unsichtbar“ im Hintergrund abläuft. Die chronologische Anordnung der einzelnen Fragen kann im Anhang dieser Masterarbeit nachgesehen werden.

Nach einer kurzen Einleitungsfrage, die das allgemeine Vorwissen der Probanden zum Begriff „Anamorphose“ behandelt, sollen im ersten großen Block die Meinungen und Ansichten der Probanden zu kartographischen Anamorphosen und klassischen Choroplethenkarten herausgefunden werden. Außerdem soll hier auch der Frage nachgegangen werden, inwiefern sich die beiden kartographischen Darstellungsformen zur Vermittlung bestimmter thematischer Sachverhalte eignen. Hierfür dienen insgesamt acht Fragen, wobei vier davon als so genannte Filterfragen bezeichnet werden können. Bei entsprechender Antwort können diese Filterfragen zu einer weiterführenden Frage führen, die aber nicht für alle Probanden von Haus aus sichtbar und zu beantworten sind. Anschließend geht der zweite große Block näher auf die positiven und/oder negativen Auswirkungen kartographischer Anamorphosen auf die Erkenntnisgewinnung der Probanden im Vergleich zu den klassischen Choroplethenkarten ein. Ebenso wird diesbezüglich auch das Potential animierter kartographischer Anamorphosen bei der Informationsübertragung im Vergleich zu den animierten Choroplethenkarten untersucht. Hierfür dienen sieben Fragen, wobei vier unterschiedliche thematische Inhalte aufbereitet und unterschiedlichste Variationen der kartographischen Darstellungsformen getestet werden.

Im dritten und letzten großen Block werden auch noch statistische Informationen zu den

teilnehmenden Probanden erhoben, wobei die statistischen Merkmale Geschlecht, Geburtsjahr und höchste abgeschlossene Schulbildung abgefragt werden.

Der bereits erwähnte „unsichtbare“ Zusatzblock läuft im Hintergrund der soeben thematisierten Hauptblöcke ab. Hier wird ein Feature von Lime Survey eingesetzt, dass die benötigte Zeit zur Beantwortung der einzelnen Fragen festhält und in einem eigenen Datensatz abspeichert. Dies soll zur Erforschung der Sicherheit der Probanden im Umgang mit kartographischen Anamorphosen im Vergleich zu klassischen Choroplethenkarten herangezogen werden.

Die folgende Abbildung (Abb. 32) soll das Befragungsdesign und somit den Aufbau des verwendeten Online-Fragebogens auch auf graphische Art und Weise vermitteln:

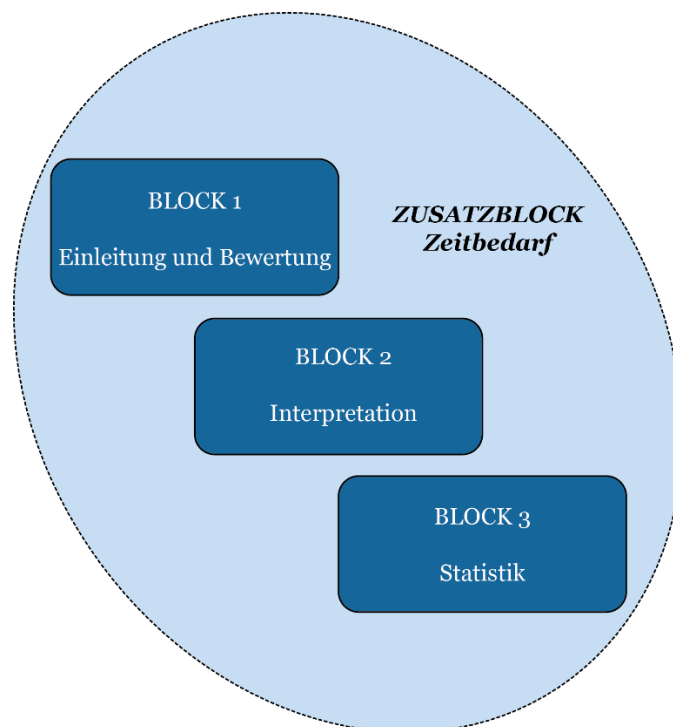


Abb. 32: Aufbau der Online-Befragung

8.3 Arbeitsschritte und Workflow

Die einzelnen Arbeitsschritte bzw. der Workflow der Forschungsstudie wird in folgender Abbildung (Abb. 33) gezeigt. Die wesentlichen Eckpfeiler der Forschung sind dabei die zeitgerechte Erstellung der benötigten kartographischen Darstellungsformen, sowie die damit einhergehende Aufbereitung der thematischen Inhalte, aber auch die befristete Durchführung der Online-Befragung, sowie die Auswertung der gesammelten Ergebnisse in textlicher, tabellarischer und graphischer Form.



Abb. 33: Workflow der Forschungsstudie

9 Erstellung der kartographischen Darstellungsformen

An dieser Stelle sollen die für die Forschungsstudie benötigten Kartengrundlagen und ihre Konstruktionsprozesse vorgestellt werden. Ebenso sollen hier die verwendeten geometrischen und sachlichen Datengrundlagen thematisiert und die erforderliche Datenaufbereitung beschrieben werden.

Die im Zuge dieser Forschungsstudie benötigten kartographischen Darstellungsformen beziehen sich allesamt auf einen globalen Geltungsbereich, wodurch die einzelnen Datensätze dementsprechend auch für die globale Ebene aufbereitet wurden. Dies wird mit der Annahme begründet, dass dadurch bestimmte themenspezifische Inhomogenitäten zwischen einzelnen Regionen besser zum Vorschein kommen, als bei der Darstellung auf regionaler bzw. lokaler Ebene. Zusätzlich ergibt sich für die Befragung auch der Vorteil, dass zu Vergleichszwecken dadurch mehr Regionen mit unterschiedlichen Merkmalsausprägungen angegeben werden können.

9.1 Datengrundlagen

Zur Erstellung der für die Forschungsstudie benötigten kartographischen Darstellungsformen wurden die beiden wesentlichen Datentypen in der Welt geographischer Informationssysteme (GIS) benötigt: Neben gewöhnlichen Geometriedaten, die als Vektordaten die Staaten der Erde als Polygone beinhalten, wurden zur Darstellung der thematischen Inhalte zusätzlich bestimmte Sachdaten benötigt, die als Ratioidaten quantitativer Natur sind.

Um die entsprechenden kartographischen Anamorphosen und klassischen Choroplethenkarten realisieren zu können, mussten die beiden Datengrundlagen auch dementsprechend miteinander verknüpft werden, wobei dies mittels ArcMap 10.2 durchgeführt wurde. Die exakte Verknüpfung erfolgte dabei anhand eines individuell festgelegten Schlüsselattributes, wobei es sich in diesem Fall um die eindeutige ID der einzelnen Staaten handelte.

9.1.1 Geometriedaten

Als Geometriedaten werden Vektordaten in Form von Polygonen benötigt, die die Staaten der Erde repräsentieren. Dafür wurde ein Datensatz des Instituts für Geographie und Regionalforschung, Fachbereich Kartographie und Geoinformation, der Universität Wien herangezogen und für die verfolgten Zwecke weiter bearbeitet. Die entsprechenden Daten lagen innerhalb einer Geodatenbank vor, wobei als voreingestellte Projektion die Platkarte und als voreingestelltes geodätisches Datum das WGS84 (World Geodetic System 1984) dienten.

Der zur Verfügung gestellte Datensatz verfügt über den Vorteil, dass die Staatsgrenzen auf globaler Ebene für den Zeitraum von 1945 bis 2012 für jedes Jahr einzeln vorhanden sind, was vor allem hinsichtlich der Animationserstellung von großer Bedeutung ist. Vor allem in den letzten 15 bis 20 Jahren haben sich die Welt und ihre Grenzen stark verändert, weshalb es aufgrund diverser kriegerischer, aber auch friedlicher Auseinandersetzungen zu zahlreichen Teilungen und Zusammenschlüssen von Staaten kam. Da die zu erstellen- den Animationen sich auf gewisse Zeitreihen beziehen, in der mehrere Jahre integriert werden sollten, ist das Vorhandensein der einzelnen Datensätzen mit den jährlich aktuellen Staatsgrenzen doch von großem Vorteil. Die folgende Abbildung (Abb. 34) zeigt dabei die soeben beschriebenen Geometriedaten aus dem Jahr 2012, die in ArcMap 10.2 geladen und als Platkarte dargestellt wurden:

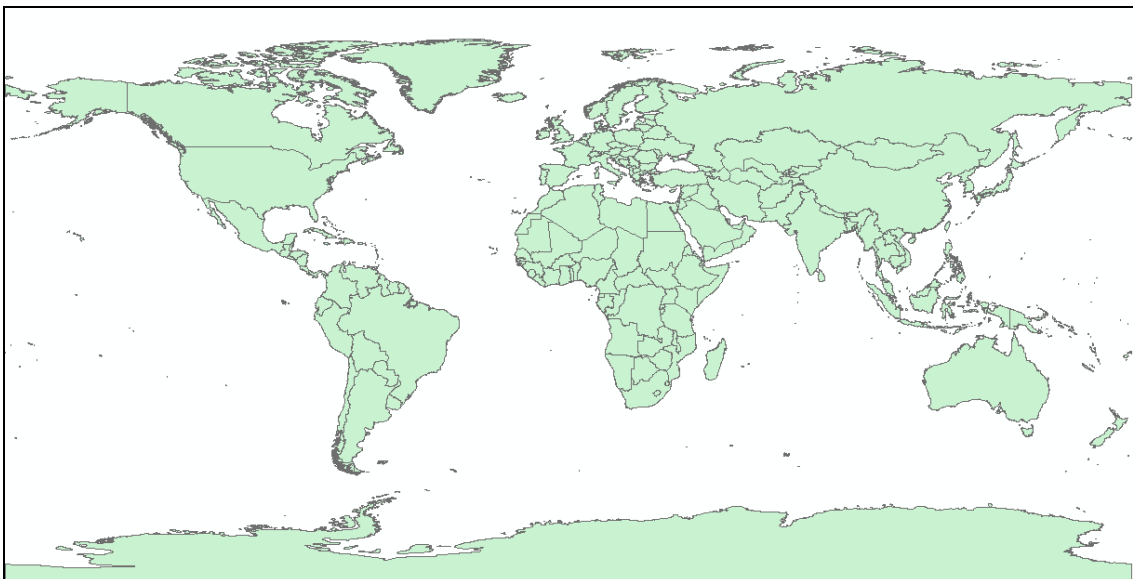


Abb. 34: Geometriedaten für das Jahr 2012

9.1.2 Sachdaten

Grundsätzlich sollte innerhalb der benötigten kartographischen Darstellungsformen eine möglichst große Themenvielfalt realisiert werden, da nicht alle thematischen Sachverhalte in allen Erdteilen gleich stark ausgeprägt sind und somit auch unterschiedliche Verzerrungen im Kartenbild zu erwarten sind. Dadurch sollte außerdem erreicht werden, dass sich die teilnehmenden Probanden in jeder kartographischen Darstellung neu orientieren müssen und sich somit nicht auf bestimmte Erdteile oder Regionen fokussieren können. Die exakte Auswahl der eingesetzten Themenbereiche wurde allerdings auch von der Datenverfügbarkeit eingeschränkt: Zwar sind relativ viele thematische Datensätze als sogenannte Open Data verfügbar, allerdings weist der Großteil davon (noch) ein großes Maß an Unvollständigkeit und Inhomogenität auf, wodurch bestimmte Informationen sich nicht zur Visualisierung in kartographischen Produkten eignen. Aus diesen Gründen wurden vor Beginn der Forschungsstudie die folgenden thematischen Sachverhalte ausgewählt:

- *Bevölkerungszahlen*

Dabei handelt es sich um die Einwohnerzahlen pro Staat in absoluten Zahlen.

- *Geburtenrate*

Die Geburtenrate bezieht sich auf die absolute Anzahl der Geburten bezogen auf 1000 Einwohner.

- *Internet User*

Dieser Parameter bezieht sich auf die absolute Anzahl an Internet User eines Staates bezogen auf 100 Einwohner.

- *Waldanteil*

Der Waldanteil beschreibt den relativen Anteil an Waldfläche bezogen auf die Gesamtfläche eines Staates.

- *Herkunft der Flüchtlinge*

Dies umfasst die Anzahl jener Einwohner eines Staates in absoluten Zahlen, die aufgrund verschiedenster Gründe in ein anderes Land flüchten mussten.

Da diese Sachdaten Quantitäten darstellen und von einem absoluten Nullpunkt ausgehen, können sie dem Bereich der Ratiodaten zugeordnet werden. Sie wurden allesamt als Open Data bezogen und stammen, mit Ausnahme der Bevölkerungszahlen, ausschließlich aus dem Open Data Portal der Weltbank [WOR-14a]. Die Bevölkerungszahlen hingegen wurden dem Open Data Portal der Vereinten Nationen, Department of Economic and Social Affairs, entnommen [UNO-14a]. In beiden Portalen konnten die jeweiligen Datensätze in Form eines Microsoft Excel Dokuments bezogen werden.

Im nächsten Schritt wurden die geladenen Sachdaten auch noch hinsichtlich ihrer Verknüpfung mit den dazugehörigen Geometriedaten aufbereitet. Hierfür musste teilweise eine neue Ordnung innerhalb des Datensatzes durchgeführt, die korrekte Schreibweise der einzelnen Staaten kontrolliert und eine einheitliche ID-Kennzahl pro Staat hinzugefügt werden. Diese Arbeitsschritte wurden allesamt in Microsoft Excel durchgeführt.

9.2 Algorithmus zur Erstellung der kartographischen Anamorphosen

Zur Erstellung der für die Online-Befragung benötigten kartographischen Anamorphosen wurde der Algorithmus nach Gastner und Newman aus dem Jahr 2004 verwendet, da dieser bereits sehr häufig eingesetzt wurde und unter den bestehenden Algorithmen zur Erstellung kartographischer Anamorphosen die meiste Popularität genießt. Aus diesem Grund kann hier berechtigterweise angenommen werden, dass Personen, die sich nicht intensiver mit Kartographie auseinandersetzen, am ehesten mit kartographischen Anamorphosen dieses Algorithmus konfrontiert werden. Hierfür gibt es für ArcMap ein eigenes Tool, das sich „Cartogram Geoprocessing Tool“ nennt und „gratis“ über das Webportal von ESRI Support heruntergeladen werden kann [ESR-14]. Die Eigenschaft „gratis“ wird hier deswegen in Anführungszeichen gesetzt, da ArcMap an sich ein kommerzielles Produkt der Firma ESRI (Environmental Systems Research Institute) ist und lediglich das Tool als zusätzliche Ergänzung gratis zur Verfügung steht. Im geöffneten ArcMap-Dokument muss das zuvor heruntergeladene Tool als neue Toolbox importiert werden und anschließend mit den zur Berechnung der kartographischen Anamorphose benötigten Informationen gefüllt werden.

Neben diesem Tool existieren allerdings auch schon andere, zumeist kostenlose Softwareprodukte, die sich ebenfalls auf die Konstruktion kartographischer Anamorphosen mithilfe des Algorithmus nach Gastner und Newman spezialisieren (z.B. ScapeToad). Der

Vorteil des Cartogram Geoprocessing Tools von ESRI gegenüber dieser speziellen Softwarepakete liegt darin, dass der benötigte Zeitaufwand zur Berechnung und Visualisierung dieser kartenverwandten Darstellungsformen vergleichsweise geringer ist und dass hier individuellere und nutzungsbezogenere Einstellungen getroffen werden können, wodurch man ein zweckbezogenes kartographisches Ergebnis realisieren kann.

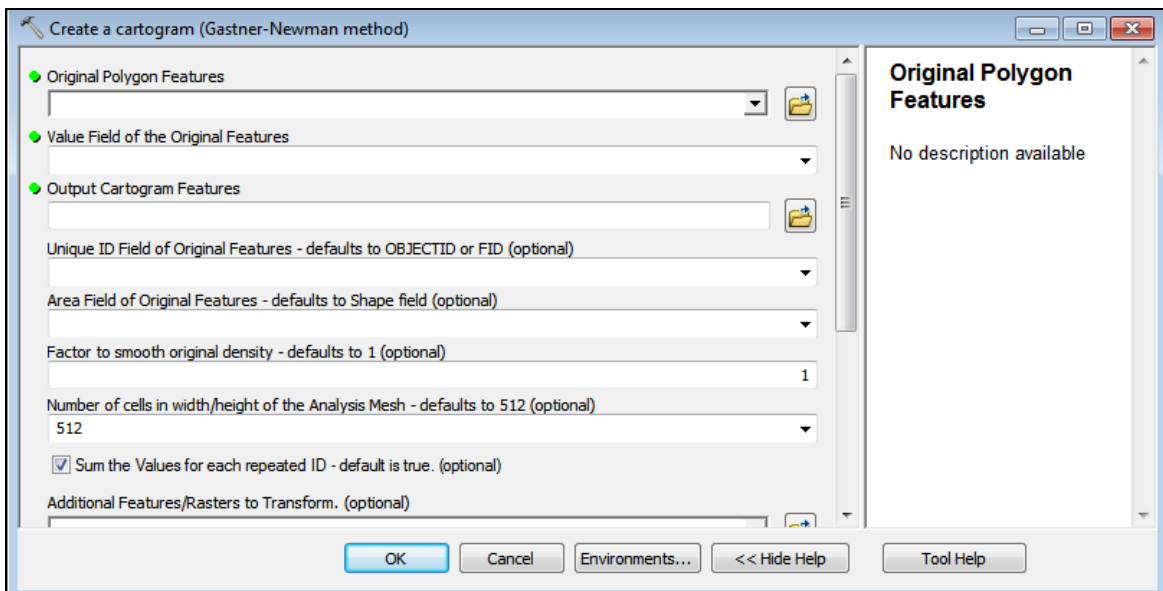


Abb. 35: Dialogfenster des Cartogram Geoprocessing Tools in ArcMap

Die obenstehende Abbildung (Abb. 35) zeigt das Dialogfenster des Cartogram Geoprocessing Tools in ArcMap. Hier werden die wesentlichen Informationen, die zur Berechnung der jeweiligen kartographischen Anamorphose benötigt werden, eingegeben. Die obersten drei Eingabeleisten dienen zur Bestimmung der zugrundeliegenden Geometriedaten (Original Polygon Features), der thematischen Merkmale, die zur Verzerrung der Geometriedaten herangezogen werden (Value Field of the Original Features) und des Output-Verzeichnisses in das die berechneten kartographischen Anamorphosen als Feature-Klassen abgelegt werden sollen (Output Cartogram Features). Zusätzlich kann man mittels der Eingabeleiste „Number of cells in width/height of the Analysis Mesh“ die Anzahl der Zellen in Breite und Höhe festlegen, anhand derer die Berechnung der kartographischen Anamorphose erfolgen soll.

Für jedes darzustellende Thema wurde somit zumindest eine kartographische Anamorphose mithilfe dieser Methode erstellt. Lediglich für den Themenbereich „Herkunft der

Flüchtlinge“ wurden im Zeitraum von 1993 bis 2012 insgesamt 20 kartographische Anamorphosen erstellt, da daraus in weiterer Folge eine Animation erstellt wurde.

9.3 Projektion der klassischen Choroplethenkarten

Wie bereits in Kapitel 9.1.1 (S. 79) dieser Masterarbeit erwähnt wurde, wurden die verwendeten Geometriedaten innerhalb einer Geodatenbank zur Verfügung gestellt, wobei als voreingestellte Projektion die Platkarte und als voreingestelltes geodätisches Datum das WGS84 (World Geodetic System 1984) dienten. Die Platkarte wurde auch zur Visualisierung der thematischen Sachverhalte als klassische Choroplethenkarte verwendet, da sie sehr geläufig ist und daher angenommen wird, dass sie den Kartennutzern deshalb auch eher vertraut erscheint. Das grundsätzliche Charakteristikum dieser Projektion liegt im Seitenverhältnis (Breiten- zu Längenausdehnung) von 1:2.

9.4 Klassenbildung und Visualisierung

Zur Visualisierung der thematischen Inhalte wurde eine entsprechende Klasseneinteilung benötigt, die in ArcMap 10.2 getroffen wurde: Um ein visuell ansprechendes kartographisches Ergebnis zu erhalten, wurde nach einer exakten Analyse der vorliegenden Datensätze eine manuelle Bildung von sechs Klassen verfolgt, wobei diese unter Berücksichtigung der vorliegenden Häufigkeiten und größeren Brüchen (engl. „natural breaks“) in den Datensätzen ermittelt wurden. Durch das Ausweisen dieser sechs Klassen konnten die vorherrschenden thematischen Differenzen zwischen den einzelnen Regionen besser zum Vorschein gebracht werden, während gleichzeitig auch die Übersichtlichkeit im Kartenbild gewährleistet werden konnte.

Je nachdem, welcher Klasse ein Staat aufgrund seines thematischen Wertes zugehörig ist, erhält er dadurch auch eine spezifische Einfärbung. Bei der Farbverteilung auf die einzelnen Klassen wurden auch grundsätzliche Farbassoziationen berücksichtigt, die mit dem darzustellenden Thema auftreten können.

Nachdem diese grundlegenden Arbeitsschritte in ArcMap 10.2 durchgeführt wurden, wurde das Kartenbild als PNG-Datei (Portable Network Graphics) exportiert. Da aus ArcMap immer das ganze sichtbare Feld exportiert wird, musste das Ergebnis in Adobe

Photoshop CS6 noch zurechtgeschnitten und in die richtige Form gebracht werden. Das endgültige Layout, sowie auch die Einbettung der Legende mit den entsprechenden Kartenrandangaben erfolgte dann in Adobe Illustrator CS6. Auf die Integration eines Maßstabes in den klassischen Choroplethenkarten wurde bewusst verzichtet, da dieser zur Erreichung des Forschungszieles keine wichtige Rolle spielt.

9.5 Animationsmethoden

Grundsätzlich wurde zur Erstellung der Animationen für die Forschungsstudie eine Methode verwendet, die bereits in Kapitel 6.4.1 (S. 63) näher thematisiert wurde, weshalb an dieser Stelle nicht nochmals auf deren theoretischen Grundlagen eingegangen wird.

Durch die Keyframe-Animation mittels Blending wurde die Animation zum Themenbereich „Herkunft der Flüchtlinge im Zeitraum von 1993 bis 2012“ realisiert, wobei dies mittels Adobe Photoshop CS6 durchgeführt wurde. Hierfür dienten 20, in ArcMap 10.2 erstellte Schlüsselszenen, die quasi als Grundgerüst der Animation angesehen werden können. Diese wurden als Rasterbilder (PNG-Format) in Adobe Photoshop CS6 geladen, wobei dort zwischen benachbarten Schlüsselszenen auch eine angemessene Anzahl von zehn Zwischenbildern berechnet wurde, die die Veränderungen der Pixelfarbwerte darstellen und nacheinander überlagert wurden. Die Animation wurde im Anschluss daran als Video Clip (mp4) exportiert. Diese Animationsmethode wurde deswegen eingesetzt, da durch den Einsatz mehrerer Keyframes die thematischen Veränderungen sehr detailliert dargestellt werden können und somit dem Betrachter auch punktuelle Momentaufnahmen als einzelne Zwischenschritte in der Entwicklung thematischer Sachverhalte entlang einer bestimmten Zeitreihe ersichtlich gemacht werden können.

Durch das Warping wurde die Verwandlung einer klassischen Choroplethenkarte zu einer kartographischen Anamorphose zum Themenbereich „Waldanteil 2011“ realisiert. Dabei kam die Software FantaMorph zum Einsatz, in dem gleichwertige Pixelfarbwerte sowohl in der Ausgangs-, als auch in der Zielkarte definiert und festgelegt wurden. Das Ergebnis wurde im Anschluss daran wiederum als Video Clip (avi – Audio Video Interleave) mit einer Bildfrequenz von zehn Bildern pro Sekunde exportiert. Wie bereits in Kapitel 6.4.1 (S. 63) erwähnt wurde, liegt der große Vorteil dieser Methode darin, dass man dem Betrachter durch die Präsentation eines bekannten Ausgangsbildes das Erkennen und Verstehen der in der Animation dargelegten Veränderungen erleichtern kann, da dadurch

auch der Bezug zu den ursprünglichen und oftmals auch bekannten räumlichen Gegebenheiten bewahrt werden kann. Der folgende Screenshot (Abb. 36) zeigt dabei das Graphical User Interface von FataMorph:

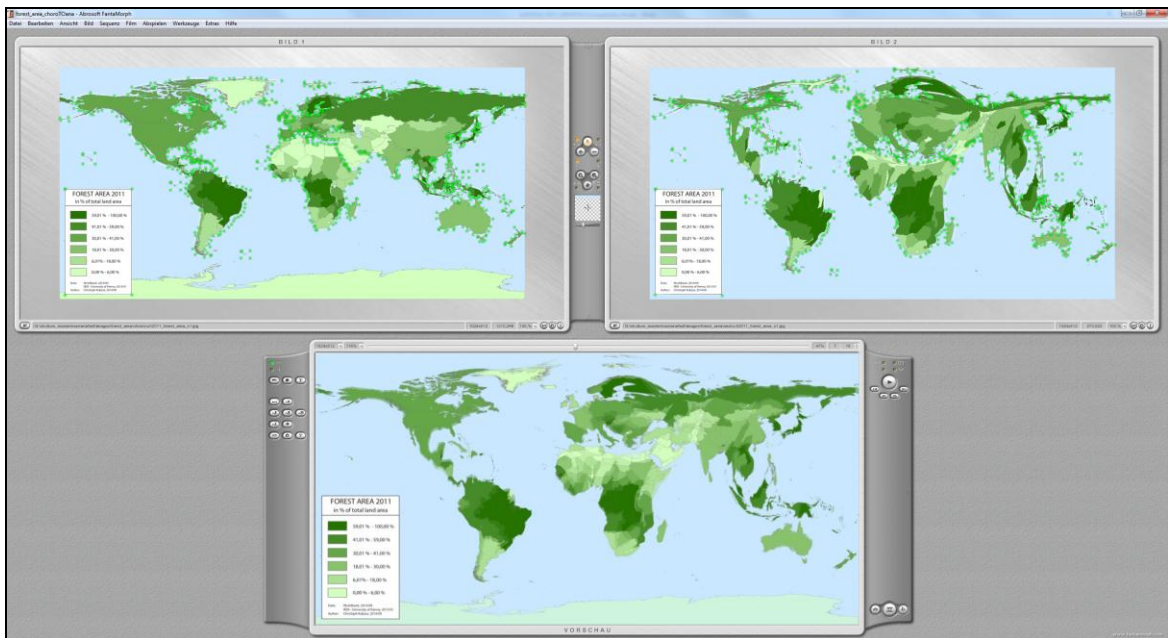


Abb. 36: Graphical User Interface von FantaMorph

10 Forschungsergebnisse

Nachdem in den vorherigen beiden Kapiteln die Forschungsstudie, sowie auch die dafür notwendigen Vorbereitungen näher thematisiert wurden, sollen in diesem Kapitel die Forschungsergebnisse präsentiert und diskutiert werden. Zuerst wird dabei auf die Probandenstatistik eingegangen, die sich mit der Auswahl der jeweiligen Umfragen-Teilnehmer und mit ihren statistischen Merkmalen auseinandersetzt. Im Anschluss daran folgt die Präsentation der Forschungsergebnisse aus dem ersten Block, in dem es um die Ansichten und Meinungen (Bewertungen) der Probanden zu kartographischen Anamorphosen im Vergleich zu den klassischen Choroplethenkarten geht. Danach folgt der zweite große Block, in dem die Teilnehmer gebeten wurden, die thematischen Inhalte der jeweiligen kartographischen Darstellungsformen zu interpretieren, wodurch Aufschlüsse darüber erhalten werden sollten, welche positiven und/oder negativen Auswirkungen kartographische Anamorphosen im Vergleich zu klassischen Choroplethenkarten auf die Erkenntnisgewinnung der Kartennutzer haben. Zum Abschluss werden auch noch die Ergebnisse jenes Forschungsbereiches thematisiert, der quasi „unsichtbar“ im Hintergrund ablief und im Zuge dessen die benötigte Zeit der Probanden für die einzelnen Fragen der Online-Umfrage gemessen wurde.

10.1 Probandenstatistik

Zur Erreichung des Forschungszieles sollte eine Gruppe von Personen, die kein bzw. kaum spezifisches kartographisches Vorwissen besitzt, mithilfe einer Online-Umfrage aufgefordert werden, sowohl kartographische Anamorphosen, als auch klassische Choroplethenkarten zu unterschiedlichen Themen zu bewerten und zu interpretieren. Die Grundgesamtheit besteht demnach aus Personen, die keine spezifische kartographische Ausbildung absolviert haben und somit kaum kartographische Vorkenntnisse besitzen. Da diese Grundgesamtheit jedoch beinahe unendlich groß ist, würde man für ein repräsentatives Ergebnis eine extrem hohe Stichprobenzahl benötigen, die im Zuge einer Masterarbeit, aber auch in anderen wissenschaftlichen Forschungsarbeiten nicht realisierbar wäre. Aus diesem Grund wurden die Forschungsfragen dieser Masterarbeit auf Basis einer kleineren Gruppe von 101 Personen analysiert, die gleichermaßen als verkleinerte Grundgesamtheit angenommen wurde. Der Großteil dieser Personengruppe, näm-

lich 65 Probanden, wurde von Studierenden des Bachelorstudiums Geographie und des Lehramtsstudiums Geographie und Wirtschaftskunde am Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien aufgebaut, die im Wintersemester 2014/2015 das Einführungs-Proseminar „Einführung in die Geoinformation“ besuchten. Zusätzlich wurde auch noch eine weitere Gruppe von Personen befragt, die sich aus dem Bekanntenkreis des Autors zusammensetzte. Im Zuge dessen wurden insgesamt 81 Anfragen zur Teilnahme an der Online-Umfrage gestellt, worauf anschließend 36 Fragebögen vollständig ausgefüllt wurden. Somit ergibt sich auch die Gesamtzahl von 101 Teilnehmern. Die Probanden weisen dabei folgende Merkmale auf:

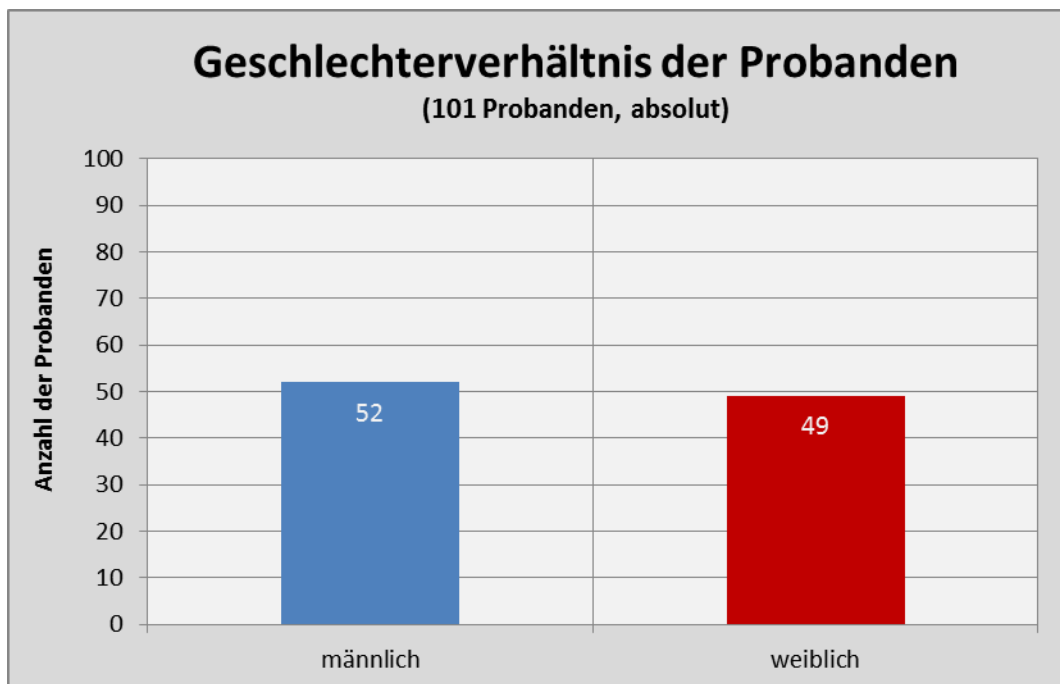


Abb. 37: Geschlechterverhältnis der Probanden (101 Probanden, absolut)

Obwohl bei der Auswahl der zu befragenden Personen grundsätzlich nicht darauf geachtet wurde, zeigt Abb. 37, dass im Zuge der Befragung ein nahezu ausgeglichenes Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Testpersonen erreicht werden konnte, was für weiterführende Vergleiche natürlich von Vorteil war. Allerdings wird das Geschlechterverhältnis im obenstehenden Diagramm (Abb. 37) lediglich in absoluten Zahlen gezeigt: Relativ gesehen besteht die Testgruppe zu knapp 51% aus männlichen und zu knapp 49% aus weiblichen Testpersonen.

Aufgrund der angegebenen Geburtsjahre der teilnehmenden Personen konnten die Probanden auch in drei Altersklassen gegliedert werden: Die erste Klasse bildet die unter 20-jährigen Testpersonen, die zweite Klasse wird von den 20 bis 40-jährigen Probanden aufgebaut, während die dritte Klasse aus den über 40-jährigen Teilnehmern besteht. Die Altersspanne der Probanden reicht dabei von 14 bis 60 Jahren, wobei der Großteil der befragten Personen ein Alter zwischen 20 und 40 Jahren aufweist, was auch im folgenden Diagramm (Abb. 38) deutlich zum Vorschein kommt. Dabei wird die Altersstruktur der Probanden wiederum lediglich in absoluten Zahlen dargestellt: Relativ gesehen würden 12% der befragten Personen in die erste Altersklasse fallen, 82% der Probanden könnten dabei der zweiten Altersklasse zugeteilt werden und 6% der teilnehmenden Personen wären der dritten Altersklasse zugehörig. Auch bei der Differenzierung zwischen männlichen und weiblichen Testpersonen können ähnliche Alterstrukturen beobachtet werden. Aufgrund der unregelmäßigen Verteilungen zwischen den einzelnen Altersklassen wird dieses Merkmal in der weiterführenden Analyse dieser Studie nicht weiter berücksichtigt.

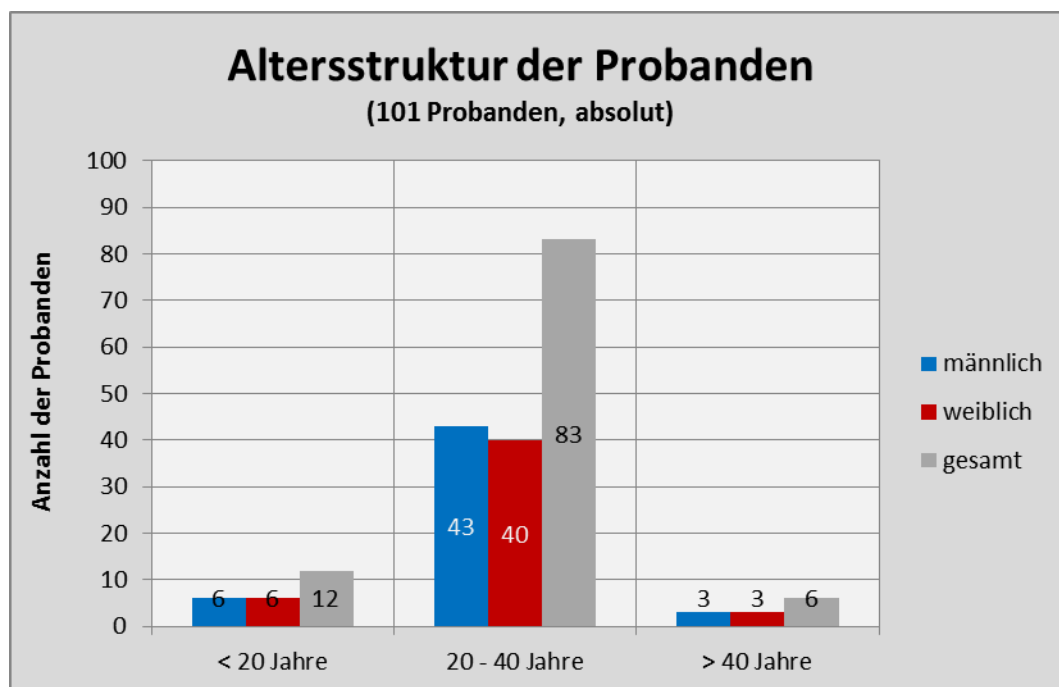


Abb. 38: Altersstruktur der Probanden (101 Probanden, absolut)

Im statistischen Teil der Online-Befragung wurde zusätzlich auch noch nach dem Ausbildungsstand der Probanden gefragt, wobei die befragten Personen dabei zwischen Hoch-

schule/Universität, Fachschule mit Matura, Fachschule ohne Matura, Lehre, Pflichtschule und Sonstiges wählen konnten. Wie man im folgenden Diagramm (Abb. 39) deutlich erkennen kann, gab der Großteil der teilnehmenden Personen an, als höchste Ausbildung entweder eine Fachschule mit Matura oder eine Hochschule/Universität absolviert zu haben. In diesem Zusammenhang lässt sich auch folgendes Ergebnis beobachten: Während den Bereich Fachschule mit Matura mehr männliche Probanden gewählt haben, besitzen mehr weibliche Testpersonen einen Hochschulabschluss.

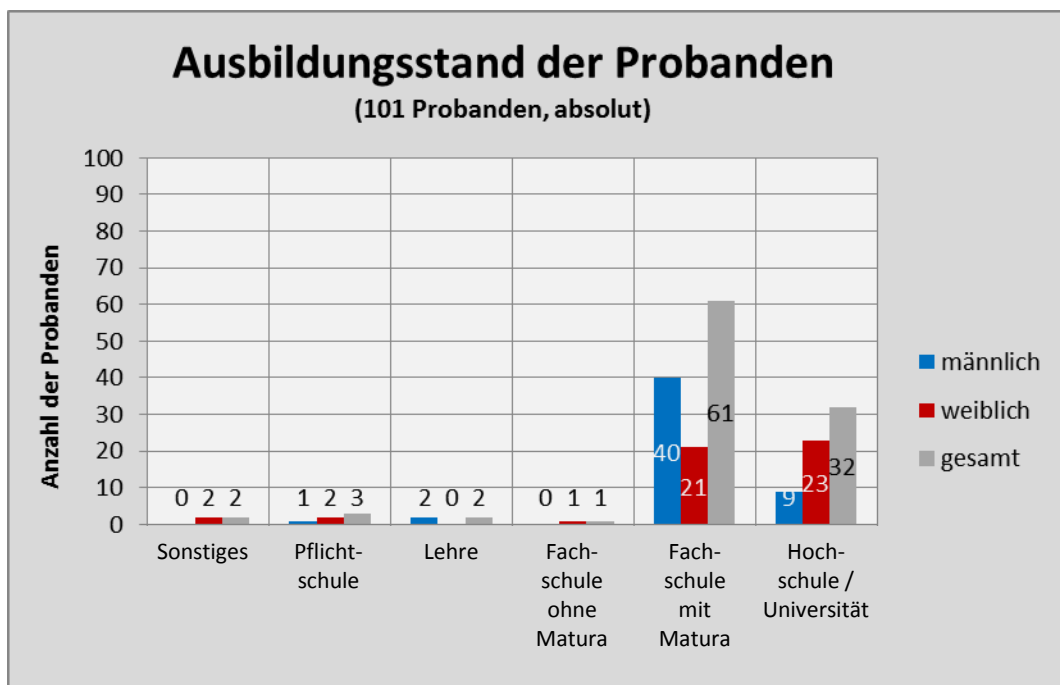


Abb. 39: Ausbildungsstand der Probanden (101 Probanden, absolut)

Zu Beginn der Online-Befragung wurden die Probanden außerdem noch ganz allgemein gefragt, ob ihnen der Begriff „Anamorphose“ in irgendeiner Form bekannt und geläufig ist und wenn ja, mit welchen Bereichen sie diesen am ehesten in Verbindung bringen würden. Die folgende Abbildung (Abb. 40) spiegelt diesbezüglich ein sehr eindeutiges Ergebnis wieder, wobei in diesem Fall die Werte in Prozent angegeben wurden:

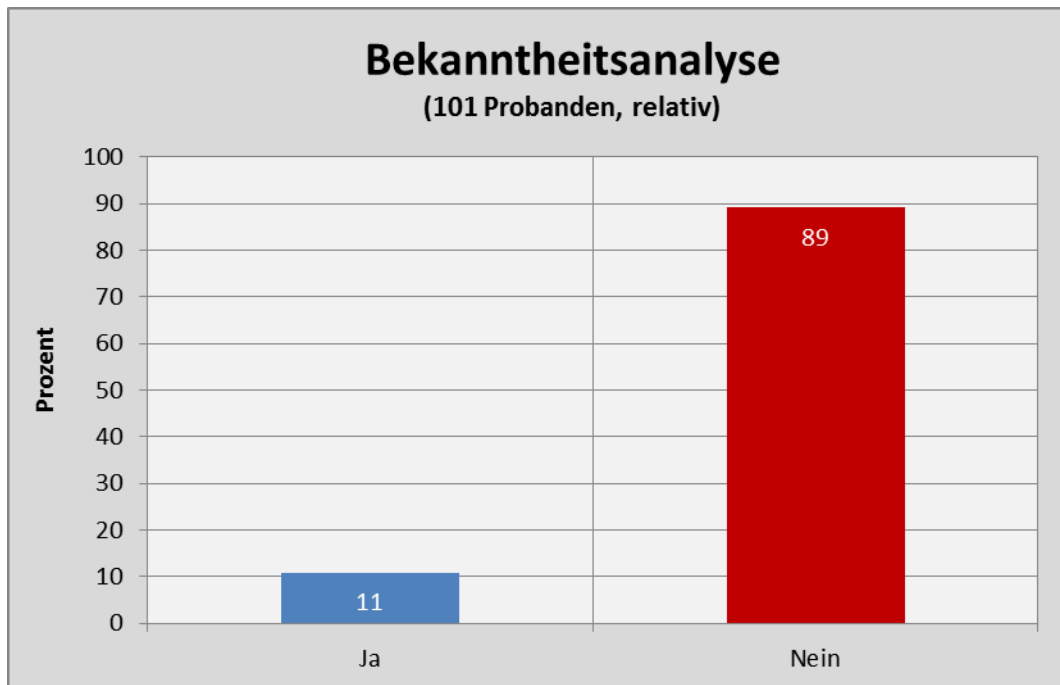


Abb. 40: Bekanntheitsanalyse (101 Probanden, relativ)

Durch diese Darstellung (Abb. 40) wird deutlich, dass der Großteil (89%) der befragten Personen mit dem Begriff „Anamorphose“ nicht wirklich viel anfangen und verbinden kann. Jene 11% der Probanden, die bereits schon einmal davon gehört haben, bringen diesen Begriff vor allem mit der Kartographie, der Kartenanalyse und auch Landkarten in Verbindung. Vereinzelt wurden Anamorphosen auch mit Insekten, sowie atmosphärischen Prozessen assoziiert.

10.2 Block 1 – Bewertung

Dieser Block beschäftigt sich damit, die Meinungen und Ansichten der Probanden zu kartographischen Anamorphosen und klassischen Choroplethenkarten zu ermitteln und diese auch dementsprechend zu vergleichen. Dabei wurden die teilnehmenden Personen gebeten, sowohl eine kartographische Anamorphose, als auch eine klassische Choroplethenkarte sowohl nach visuellen, als auch nach inhaltlichen Aspekten zu bewerten und auch ihre Präferenzen bei unterschiedlichen Themenbereichen anzugeben. In den nun folgenden Subkapiteln werden die Ergebnisse chronologisch nach der Fragengliederung im Fragebogen abgearbeitet und präsentiert.

10.2.1 Bewertungen der kartographischen Darstellungsformen

Zunächst wurde den Probanden sowohl eine kartographische Anamorphose, als auch eine klassische Choroplethenkarte zum Thema „Absolute Bevölkerungszahlen pro Staat im Jahr 2012“ präsentiert (Abb. 41 und Abb. 42). Beide Darstellungen wurden den Probanden getrennt voneinander vorgelegt, sodass die befragten Personen keinerlei Vergleiche zwischen der kartographischen Anamorphose und der klassischen Choroplethenkarte durchführen konnten.

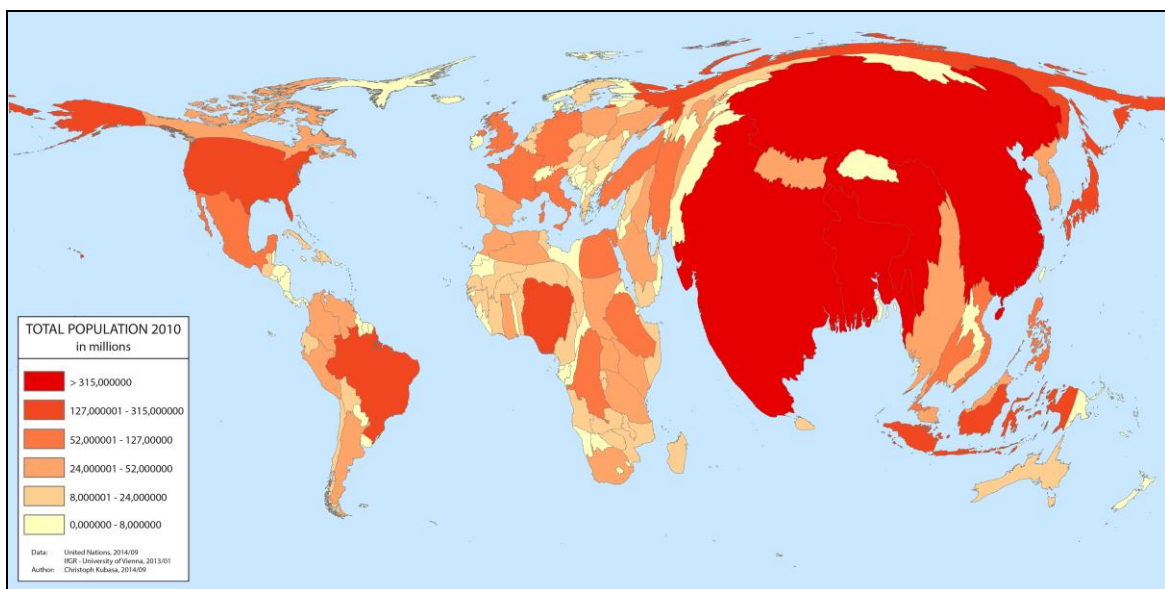


Abb. 41: Kartographische Anamorphose – Absolute Bevölkerungszahlen (2012)

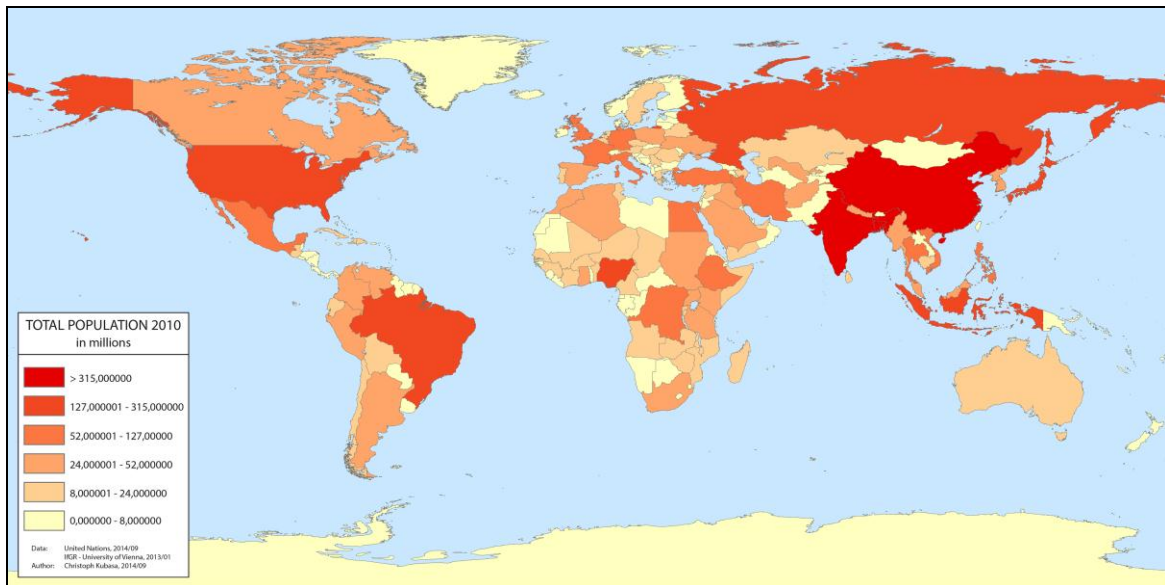


Abb. 42: Klassische Choroplethenkarte – Absolute Bevölkerungszahlen (2012)

Die Probanden wurden in diesem Zusammenhang gebeten, diese kartographischen Darstellungsformen mithilfe eines semantischen Differentials zu bewerten, wodurch sich die Meinungen und Ansichten einer größeren Gruppe von Personen sehr gut darstellen und interpretieren lassen. Das zur Bewertung eingesetzte semantische Differential wurde dabei aus folgenden zehn Wortpaaren aufgebaut:

Ästhetisch	-	Unästhetisch
Harmonisch	-	Unharmonisch
Ruhig	-	Unruhig
Originell	-	Gewöhnlich
Vertraut	-	Fremd
Anziehend	-	Abstoßend
Interessant	-	Uninteressant
Experimentell	-	Traditionell
Brauchbar	-	Unbrauchbar
Kunst	-	Kartographie

Mit Ausnahme der beiden Wortpaare „Experimentell – Traditionell“ und „Kunst – Kartographie“, die als zusätzliche Differenzierungen dienen und völlig wertfrei betrachtet werden können, sind die Eigenschaften auf der linken Seite eher positiv und die Eigenschaften auf der rechten Seite eher negativ orientiert.

Wie die Visualisierung der Ergebnisse in folgender Abbildung (Abb. 43) deutlich zeigt, fand die Bewertung der beiden kartographischen Darstellungsformen durch die 101 Probanden ein recht eindeutiges Ergebnis, wobei sich die Ergebnisse zwischen der Bewertung der kartographischen Anamorphose und jener der klassischen Choroplethenkarte sehr deutlich voneinander unterscheiden:

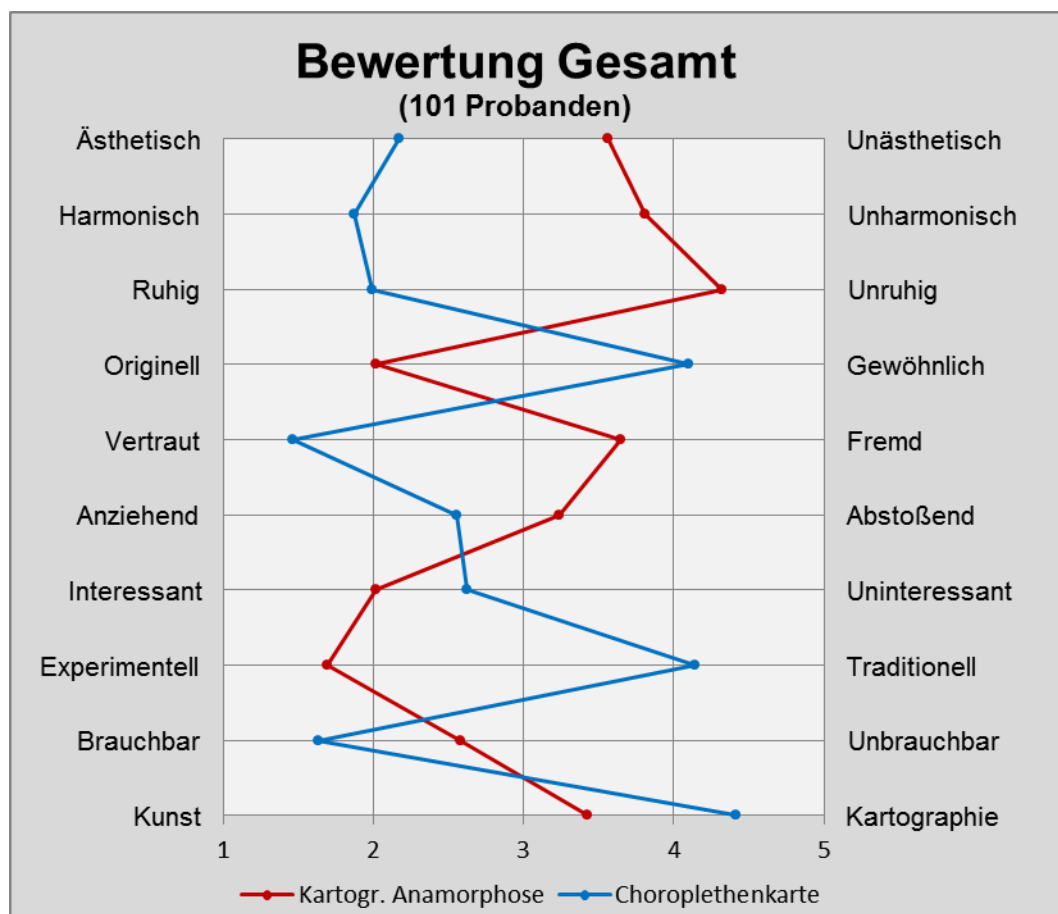


Abb. 43: Semantisches Differential – Gesamtbewertung der kartographischen Anamorphose und der klassischen Choroplethenkarte

Die kartographische Anamorphose wurde von den 101 Probanden dabei durchschnittlich eher mit negativen Eigenschaften belegt: So wird diese kartographische Darstellungsform beispielsweise eher als unästhetisch, unharmonisch, unruhig, fremd und doch etwas abstoßend angesehen. Allerdings sind die befragten Personen im Durchschnitt auch der Meinung, dass die thematische Aufbereitung mittels einer kartographischen Anamorphose auch originell, interessant, experimentell und durchaus brauchbar ist. Die eher negative Bewertung der kartographischen Anamorphose durch die teilnehmenden Testpersonen kann mit Sicherheit auch daran liegen, dass sie das sonst bekannte Weltbild in den Köpfen der Probanden in einer derart verzerrten und abstrakten Form darstellt, dass es den Testpersonen nicht mehr vertraut ist und es teilweise sogar als „falsche“ Abbildung der Erdoberfläche betrachtet wird.

Die klassische Choroplethenkarte hingegen wird von den 101 Probanden durchschnittlich eher positiv bewertet: So wird diese kartographische Darstellungsform beispielsweise eher als ästhetisch, harmonisch, ruhig, vertraut und anziehend angesehen, aber auch als gewöhnlich und traditionell. Nach dieser Bewertung ist sie auch eher brauchbar als die kartographische Anamorphose und wird auch deutlicher der klassischen Kartographie zugeschrieben. Die eher positive Bewertung der klassischen Choroplethenkarte durch die teilnehmenden Testpersonen kann auch daran festgemacht werden, dass diese kartographische Darstellungsform auf der Basis eines bekannten Abbildes der Erdoberfläche aufgebaut wurde, die den Probanden vertraut und geläufig ist.

Die Bewertungen der kartographischen Anamorphose und der klassischen Choroplethenkarte wurden auch nach dem Geschlecht der Probanden differenziert und in den folgenden beiden Abbildungen (Abb. 44 und Abb. 45) graphisch festgehalten:

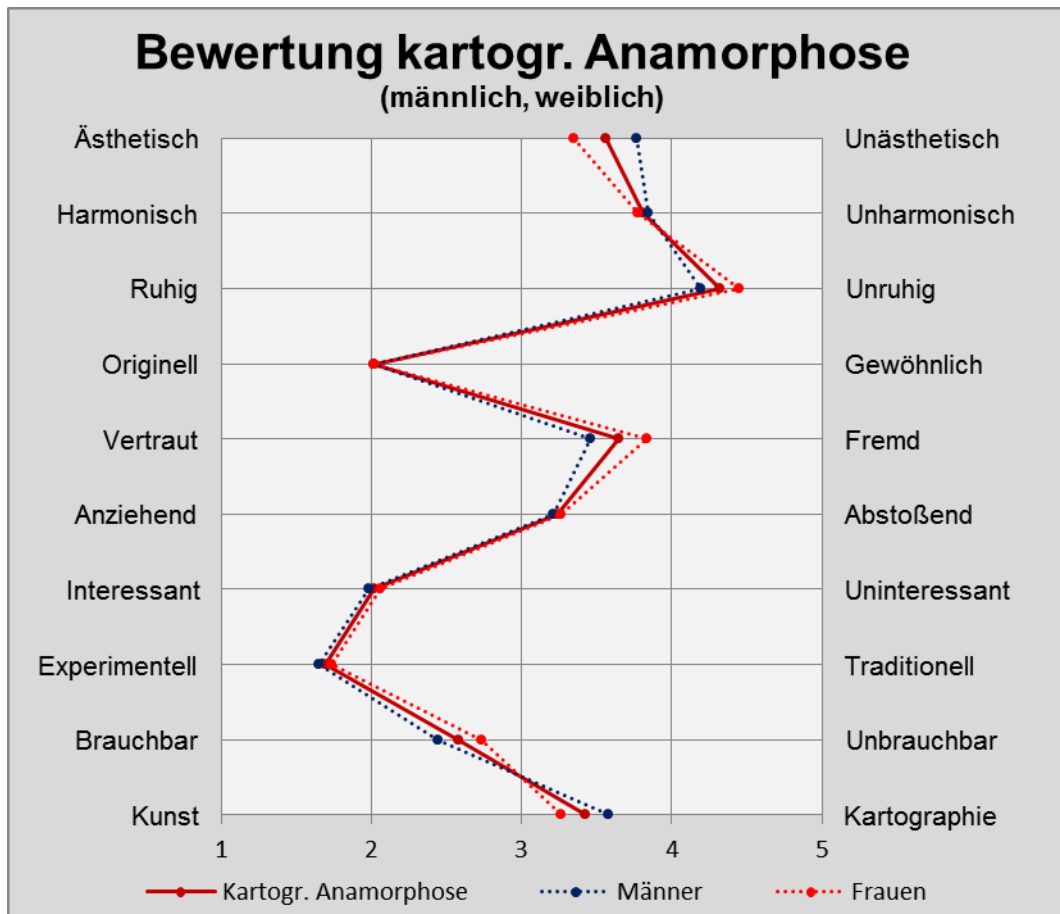


Abb. 44: Semantisches Differential – Bewertungen der kartographischen Anamorphose nach männlichen und weiblichen Testpersonen

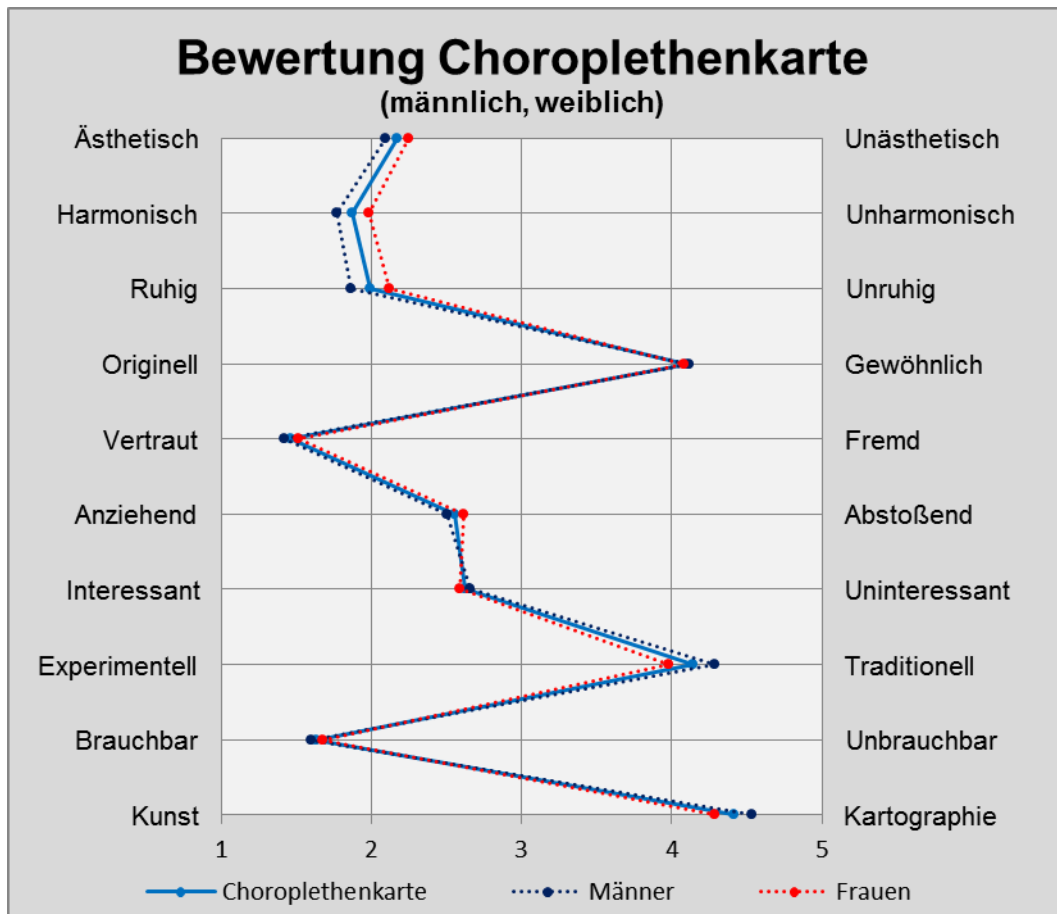


Abb. 45: Semantisches Differential – Bewertung der klassischen Choroplethenkarte nach männlichen und weiblichen Testpersonen

Die Bewertungen durch die männlichen und weiblichen Probanden fielen fast ident aus, sodass hier kaum bemerkenswerte Unterschiede zu beobachten waren. Zwar sind sich die beiden Gruppen in manchen Bereichen etwas uneinig, jedoch sind diese Unterschiede derart gering, dass ihnen keine weitere Beachtung geschenkt werden muss. Auch hier kommt deutlich zum Vorschein, dass sowohl die männlichen, als auch die weiblichen Testpersonen die kartographische Anamorphose eher mit negativen Eigenschaften belegen, während die klassische Choroplethenkarte eher mit positiven Eigenschaften versehen wird.

An dieser Stelle muss natürlich festgehalten werden, dass das Erscheinungsbild einer kartographischen Anamorphose auch immer vom dargestellten Thema abhängig ist und somit auch deren Bewertungen durch die Probanden bei anderen Themenbereichen durchaus variieren könnten. Es wurde in dieser Studie mit den absoluten Bevölkerungs-

zahlen aber bewusst jenes Thema gewählt, dass quasi als Paradebeispiel für kartographische Anamorphosen angesehen werden kann und somit bereits oftmals Verwendung fand.

10.2.2 Brauchbarkeitsanalyse und Präferenzen

In weiterer Folge sollte zudem auch bestimmt werden, ob sich kartographische Anamorphosen im Vergleich zu klassischen Choroplethenkarten besser oder schlechter für weiterführende Analysen und Interpretationen eignen. Aus diesem Grund wurden den Probanden je zwei kartographische Anamorphosen und zwei klassische Choroplethenkarten zu den Themen „Geburtenrate 2012“ und „Internet User 2013“ vorgelegt, wobei sie anschließend entscheiden mussten, ob die jeweilige kartographische Darstellungsform das verwendete Thema adäquat darstellen kann. Im Falle einer negativen Beurteilung wurden die befragten Personen zusätzlich auch noch gebeten, Gründe für ihre Entscheidung bekanntzugeben. Anschließend mussten die teilnehmenden Testpersonen auch noch bestimmen, welche der beiden kartographischen Darstellungsformen sich ihrer Meinung nach besser für eine weiterführende Analyse und Interpretation eignen würde.

Thema 1 – Geburtenrate 2012

Die folgenden beiden Abbildungen (Abb. 46 und Abb. 47) zeigen die eingesetzte kartographische Anamorphose und klassische Choroplethenkarte zum Thema „Geburtenrate 2012“. Beide Darstellungen wurden den Probanden getrennt voneinander vorgelegt, so dass die befragten Personen keinerlei Vergleiche zwischen der kartographischen Anamorphose und der klassischen Choroplethenkarte durchführen konnten.

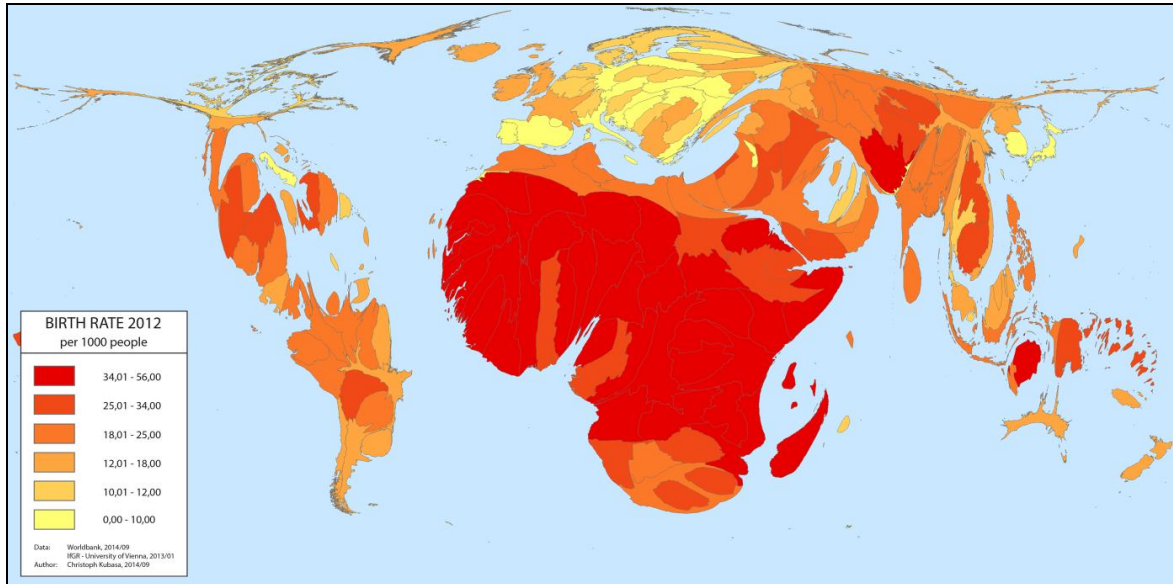


Abb. 46: Kartographische Anamorphose – Geburtenrate (2012)

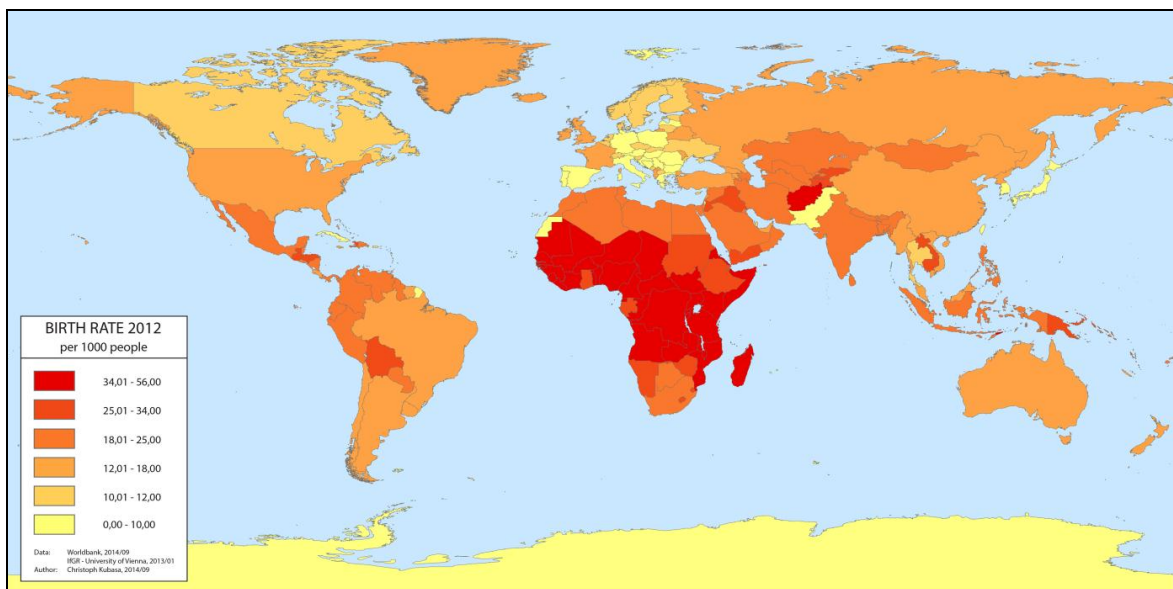


Abb. 47: Klassische Choroplethenkarte – Geburtenrate (2012)

Die folgende Abbildung (Abb. 48) zeigt die Ergebnisse der Brauchbarkeitsanalyse der kartographischen Anamorphose im Vergleich zur klassischen Choroplethenkarte beim Thema 1. Hierbei kommt sehr deutlich zum Vorschein, dass das Ergebnis für die klassische Choroplethenkarte sehr eindeutig ausfällt, während die Meinungen der Probanden zur kartographischen Anamorphose doch etwas weiter auseinanderstreuen:

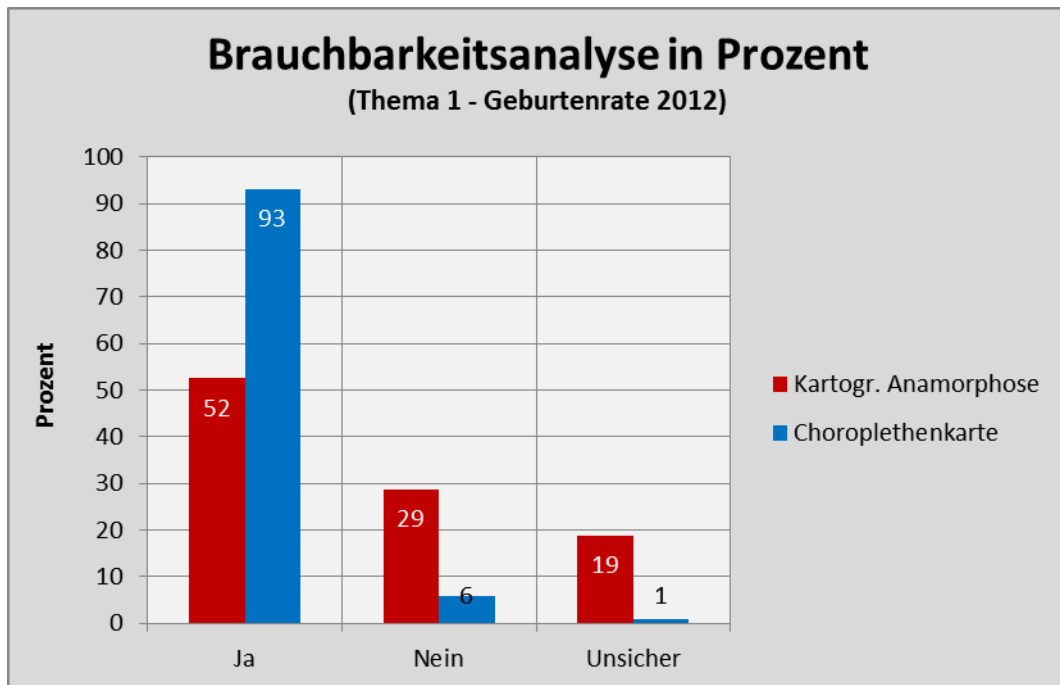


Abb. 48: Brauchbarkeitsanalyse – Geburtenrate (2012)

Der Großteil der befragten Personen ist der Meinung, dass sowohl die kartographische Anamorphose, als auch die klassische Choroplethenkarte das darzustellende Thema in passender Art und Weise darstellen und die wesentlichen Inhalte auch adäquat vermitteln können. Allerdings lassen sich hier auch deutliche Unterschiede zwischen den beiden kartographischen Darstellungsformen herauslesen: Während bei der klassischen Choroplethenkarte 93% der befragten Personen der Meinung sind, dass diese kartographische Darstellungsform das verwendete Thema in ansprechender Art und Weise zu vermitteln vermag und man somit von einem eindeutigen Ergebnis sprechen kann, sind sich die 101 befragten Probanden bei der kartographischen Anamorphose nicht ganz so sicher. Zwar sind hier auch 52% der Teilnehmer der Meinung, dass das Thema auch in Form einer kartographischen Anamorphose ansprechend vermittelt werden kann, allerdings sind auch 29% Testpersonen der Ansicht, dass dem nicht so ist, während 19% der Probanden sich sogar unsicher sind und keine genaue Antwort abgeben können bzw. möchten. Jene 29% der befragten Teilnehmer, die die Eignung der kartographischen Anamorphose zur ansprechenden Vermittlung des dargestellten Themas eher negativ betrachteten, sahen die Gründe für ihre Entscheidung zusammengefasst vor allem darin, dass diese kartographische Darstellungsform aufgrund der starken Verzerrungen im Kartenbild einen äußerst unklaren, unscharfen, verwirrenden oder sogar unübersichtli-

chen Eindruck vermittelt, wodurch die zugrundeliegenden Polygone nicht mehr erkannt und nicht mehr korrekt mit den thematischen Inhalten verknüpft werden können.

Auch bei der Frage, welche der beiden kartographischen Darstellungsformen die 101 Probanden bevorzugen würden, um das dargestellte Thema besser interpretieren zu können, konnte ein sehr eindeutiges Ergebnis erzielt werden, wie es auch in der folgenden Abbildung (Abb. 49) gezeigt wird:

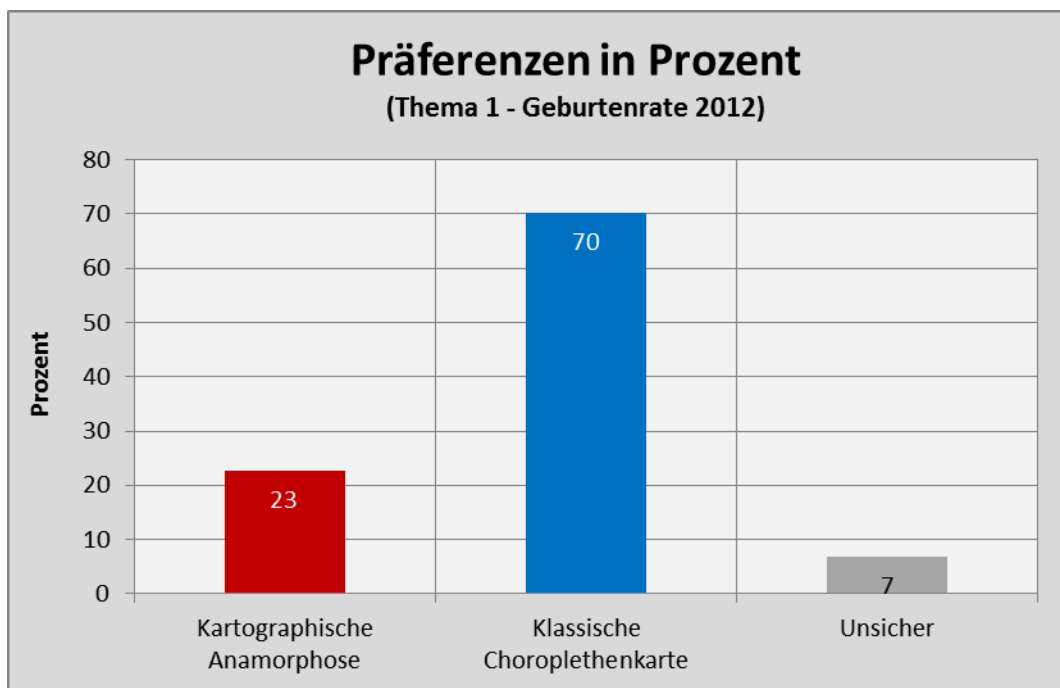


Abb. 49: Präferenzen der Probanden hinsichtlich einer besseren Interpretation des dargestellten Themas – Geburtenrate (2012)

Knapp 70% aller befragten Probanden würden die klassische Choroplethenkarte der kartographischen Anamorphose vorziehen. Lediglich 23% sind der Meinung, dass sich die kartographische Anamorphose doch besser zur Interpretation des dargestellten Themas eignet, während sich 7% unsicher sind oder keine Antwort abgeben können bzw. möchten. Somit kann man hier durchaus sagen, dass die kartographische Anamorphose zum Thema „Geburtenrate 2012“ keine sonderliche Verbesserung der Erkenntnisgewinnung bei den Kartennutzern erzielen kann und dass die klassische Choroplethenkarte sehr eindeutig zur Interpretation des dargestellten Themas bevorzugt wird.

Thema 2 – Internet User 2013

Die folgenden beiden Abbildungen (Abb. 50 und Abb. 51) zeigen die eingesetzte kartographische Anamorphose und klassische Choroplethenkarte zum Thema „Internet User 2013“. Beide Darstellungen wurden den Probanden wiederum getrennt voneinander vorgelegt, sodass die befragten Personen keinerlei Vergleiche zwischen der kartographischen Anamorphose und der klassischen Choroplethenkarte durchführen konnten.



Abb. 50: Kartographische Anamorphose – Internet User (2013)

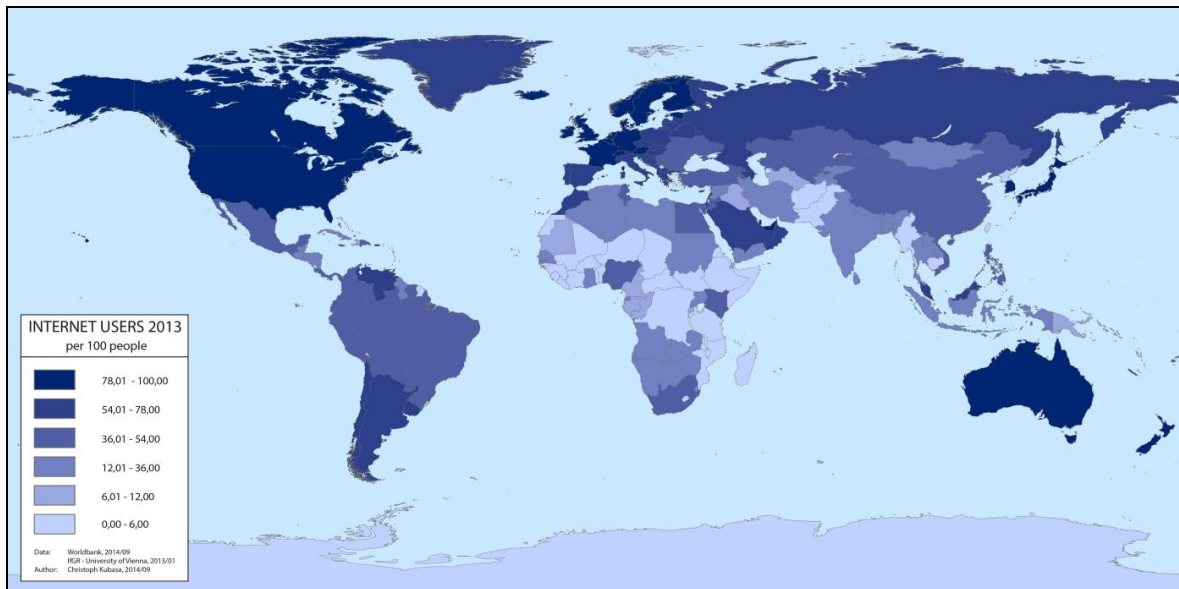


Abb. 51: Klassische Choroplethenkarte – Internet User (2013)

Die folgende Abbildung (Abb. 52) zeigt die Ergebnisse der Brauchbarkeitsanalyse der kartographischen Anamorphose im Vergleich zur klassischen Choroplethenkarte beim Thema 2. Hierbei konnte sowohl bezüglich der kartographischen Anamorphose, als auch der klassischen Choroplethenkarte ein sehr eindeutiges Ergebnis erzielt werden:

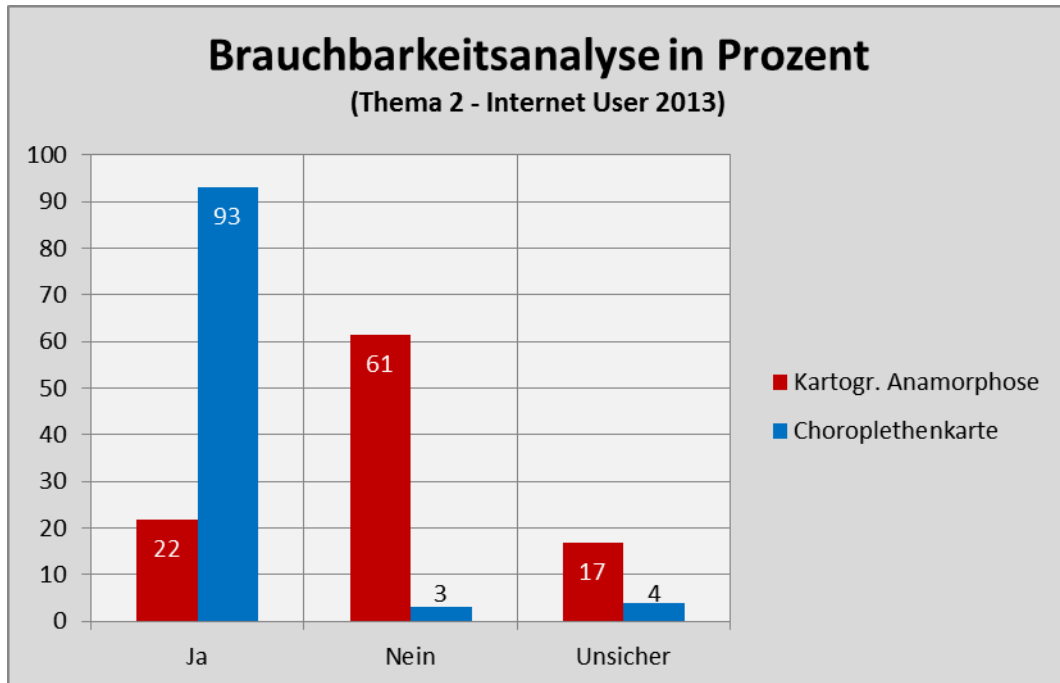


Abb. 52: Brauchbarkeitsanalyse – Internet User (2013)

Wie man anhand der obenstehenden Graphik (Abb. 52) deutlich erkennen kann, wird der kartographischen Anamorphose nur wenig Potential zur ansprechenden Visualisierung des ausgewählten Themas zugesprochen. Als Gründe für ihre Entscheidungen machten die befragten Personen ähnliche Angaben, wie sie bereits beim zuvor behandelten Thema 1 vorgestellt wurden. Andererseits ist die überwiegende Mehrheit der 101 befragten Personen der Ansicht, dass sich die klassische Choroplethenkarte sehr gut zur Darstellung und Vermittlung des verwendeten Themas eignet. Dies kann höchstwahrscheinlich wiederum darauf zurückgeführt werden, dass die kartographische Anamorphose aufgrund der starken Verzerrungen im Kartenbild dem Betrachter nicht mehr vertraut und somit fremd vorkommt, während die klassische Choroplethenkarte noch eher dem subjektiven Weltbild in den Köpfen der Probanden entspricht.

Bei der Frage, welche der beiden kartographischen Darstellungsformen die 101 Probanden bevorzugen würden, um das dargestellte Thema besser interpretieren zu können, konnte ein noch deutlicheres Ergebnis erzielt werden, wie es beispielsweise beim Thema 1 der Fall war. Dies wird durch die folgende Abbildung (Abb. 53) gezeigt:

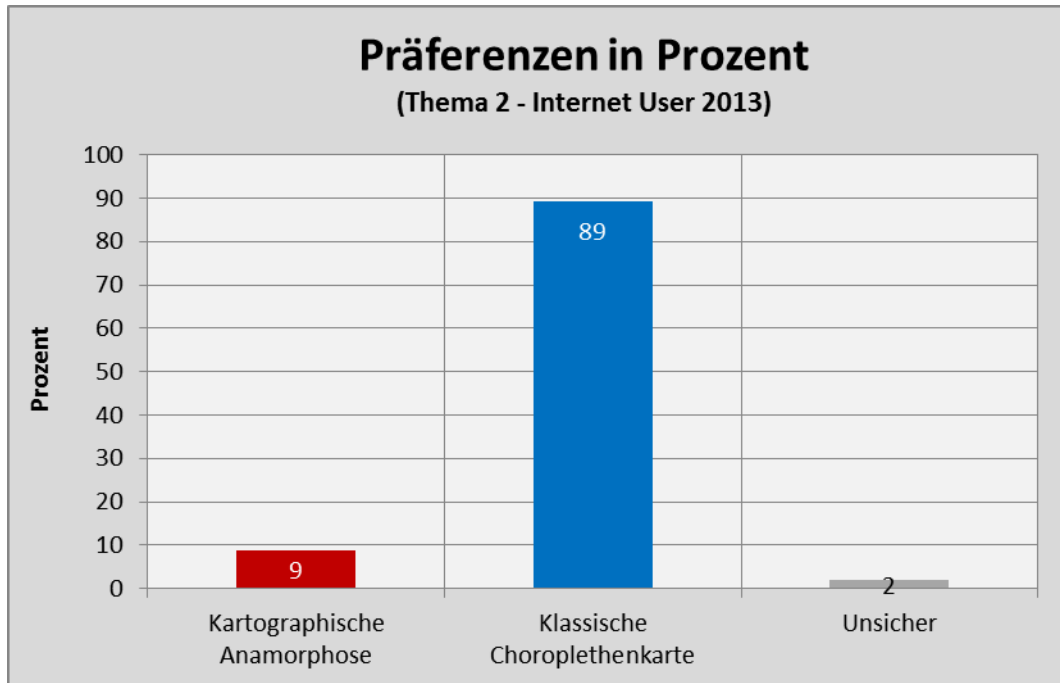


Abb. 53: Präferenzen der Probanden hinsichtlich einer besseren Interpretation des dargestellten Themas – Internet User (2013)

Knapp 89% aller befragten Probanden würden die klassische Choroplethenkarte der kartographischen Anamorphose vorziehen. Lediglich 9% sind der Meinung, dass sich die kartographische Anamorphose besser zur Interpretation des dargestellten Themas eignet, während sich 2% unsicher sind oder keine Antwort abgeben können bzw. möchten. Somit kann man hier wiederum sagen, dass die kartographische Anamorphose zum Thema „Internet User 2013“ keine sonderliche Verbesserung der Erkenntnisgewinnung bei den Kartennutzern erzielen kann und dass die klassische Choroplethenkarte sehr eindeutig zur Interpretation des dargestellten Themas bevorzugt wird.

10.3 Block 2 – Interpretation

Mithilfe dieses Blocks soll herausgefunden werden, ob kartographische Anamorphosen im Vergleich zu klassischen Choroplethenkarten einen besseren oder schlechteren Einfluss auf die Erkenntnisgewinnung der Kartennutzer haben. Dabei werden den Probanden zwei unterschiedliche Kategorien vorgelegt, nämlich einerseits vorwiegend statische und andererseits animierte kartographische Darstellungsformen.

Die in den kartographischen Darstellungsformen gezeigten Inhalte mussten von den Probanden dabei anhand vorgegebener Erdteile und Regionen interpretiert und herausgelesen werden. Die Bestimmung und Zusammensetzung dieser Gebiete erfolgte dabei unter der Berücksichtigung der Einteilung makro-geographischer Regionen durch die United Nations Statistics Division [vgl. UNO-14b] auf kontinentaler Ebene und der Angaben im Fischer Weltalmanach 2014 [vgl. FIS-13] für detailliertere Zusammensetzungen (z.B. Mitteleuropa), was natürlich auch bei der Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt wurde. Grundsätzlich wurde bei der Auswahl der Regionen aber auf die zu erwartenden, themenspezifischen Merkmalsausprägungen geachtet, damit den Probanden auch globale Unterschiede hinsichtlich der ausgewählten thematischen Sachverhalte zur Interpretation vorgelegt werden konnten. In den nun folgenden Subkapiteln werden die Ergebnisse chronologisch nach der Fragengliederung im Fragebogen abgearbeitet und präsentiert.

10.3.1 Interpretation der vorwiegend statischen kartogr. Darstellungsformen

Die vorwiegend statischen Darstellungen behandeln das Thema „Waldanteil in Prozent der Staatsfläche im Jahr 2011“. Dabei wurden die Probanden gebeten, vier unterschiedliche Varianten zu interpretieren: Neben der kartographischen Anamorphose und der klassischen Choroplethenkarte, wurden den befragten Personen auch noch zwei spezielle kartographische Anamorphosen vorgelegt, die mit bestimmten „Hilfsmitteln“ versehen wurden: Einmal wurde die kartographische Anamorphose mit den Staatsgrenzen der klassischen Choroplethenkarte kombiniert, während im anderen Beispiel eine kurze Animation durch Warping zu sehen ist, im Zuge dessen sich die klassische Choroplethenkarte in die kartographische Anamorphose verwandelt.

Hier mussten die Probanden den Waldanteil für bestimmte Erdteile und Regionen anhand der vorgelegten kartographischen Darstellungsformen angeben. Da es beim ausgewählten Thema kaum brauchbare, international gültige Standards und Klassifikationen gibt, die angeben, wann man beispielsweise von einem hohen bzw. einem geringen Waldanteil spricht, wurde im Vorfeld der Online-Befragung eine eigene Klassifikation erstellt, die auf den Häufigkeiten und Verteilungen der vorhandenen Werte basiert. Somit ergibt dies für folgende Erdteile und Regionen folgende Einteilung (Tab. 2):

	Sehr hoher Waldanteil	Eher hoher Waldanteil	Eher geringer Waldanteil	Sehr geringer Waldanteil
Australien			X	
Mitteleuropa		X		
Naher Osten				X
Nordafrika				X
Nordamerika			X	
Nordeuropa			X	
Südamerika	X			
Südostasien	X			
Zentralafrika	X			
Zentralasien				X

Tab. 2: Waldanteil in Prozent der Gesamtfläche anhand der ausgewählten Erdteile und Regionen

Die nun folgenden drei Abbildungen (Abb. 54, Abb. 55 und Abb. 56) zeigen die eingesetzten kartographischen Darstellungsformen zum ausgewählten Thema. Alle Darstellungen wurden den Probanden getrennt voneinander vorgelegt, sodass die befragten Personen keinerlei Vergleiche zwischen den unterschiedlichen Darstellungen durchführen konnten:

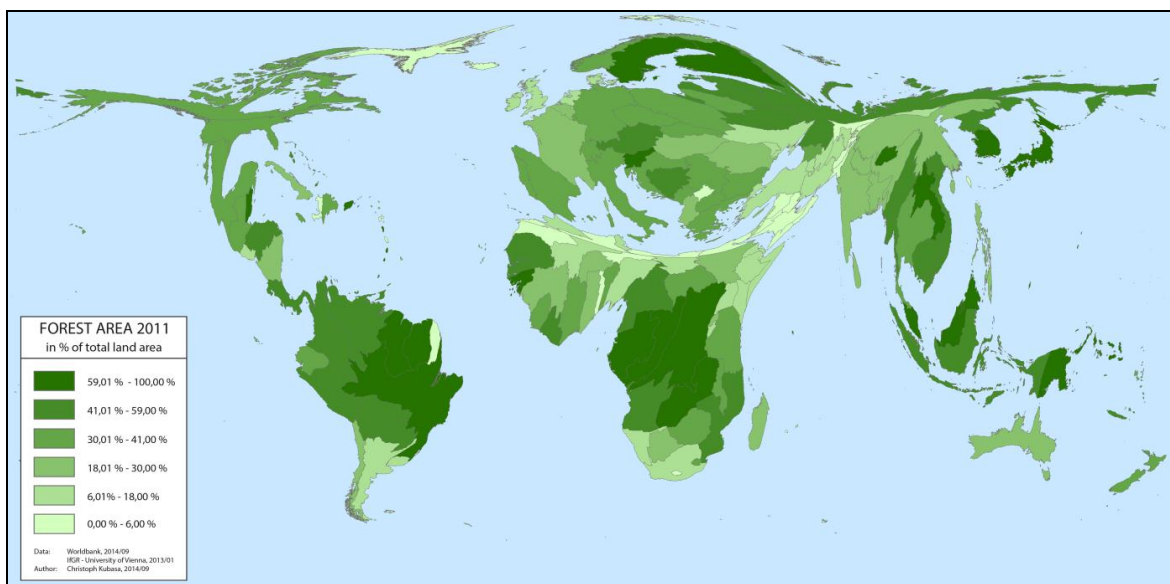


Abb. 54: Kartographische Anamorphose – Waldanteil (2011)

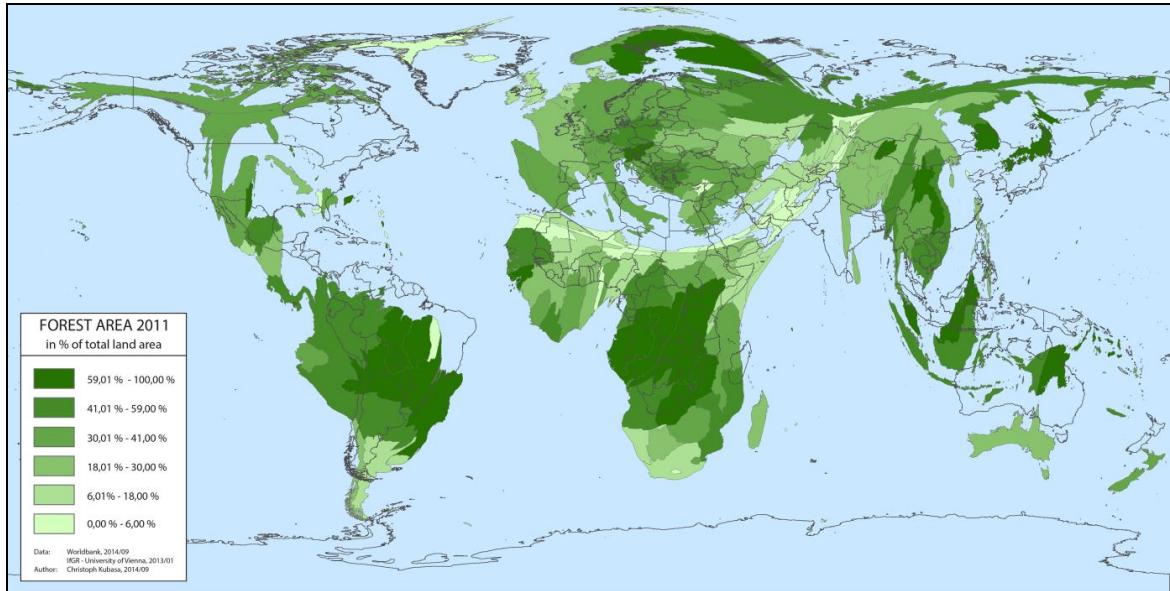


Abb. 55: Kombination einer kartographischen Anamorphose mit einer klassischen Choroplethenkarte – Waldanteil (2011)

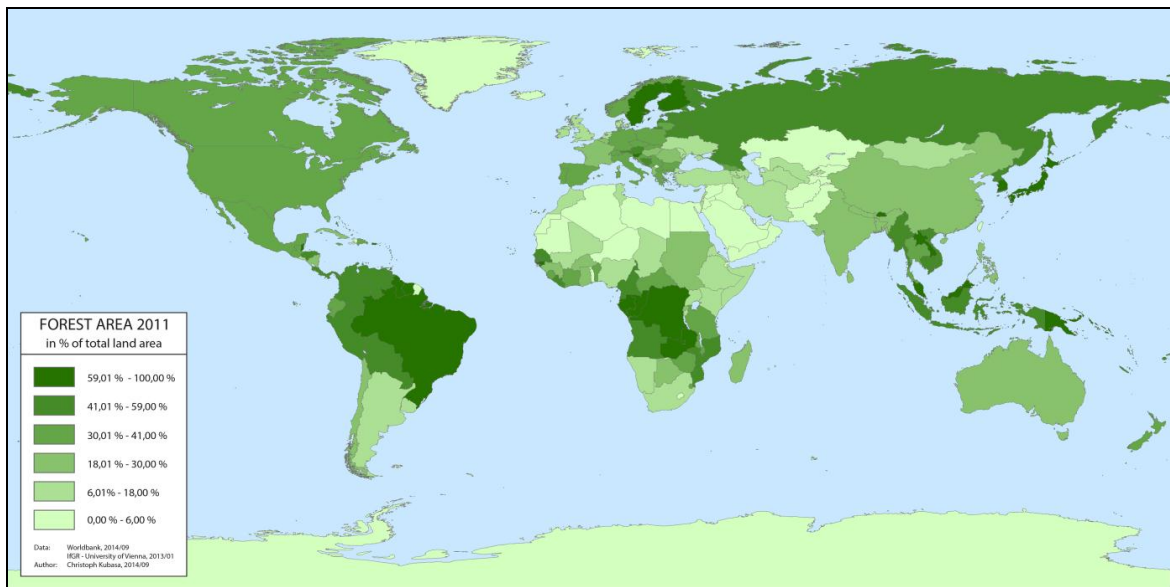


Abb. 56: Klassische Choroplethenkarte – Waldanteil (2011)

Die nun folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse zur Interpretation der vorwiegend statischen kartographischen Darstellungen. Zuerst wird hierbei das Ergebnis der kartographischen Anamorphose und der klassischen Choroplethenkarte (Abb. 57) gezeigt,

während im zweiten Beispiel die Ergebnisse der kartographischen Anamorphosen mit den integrierten „Hilfsmitteln“ (Abb. 58) präsentiert werden:

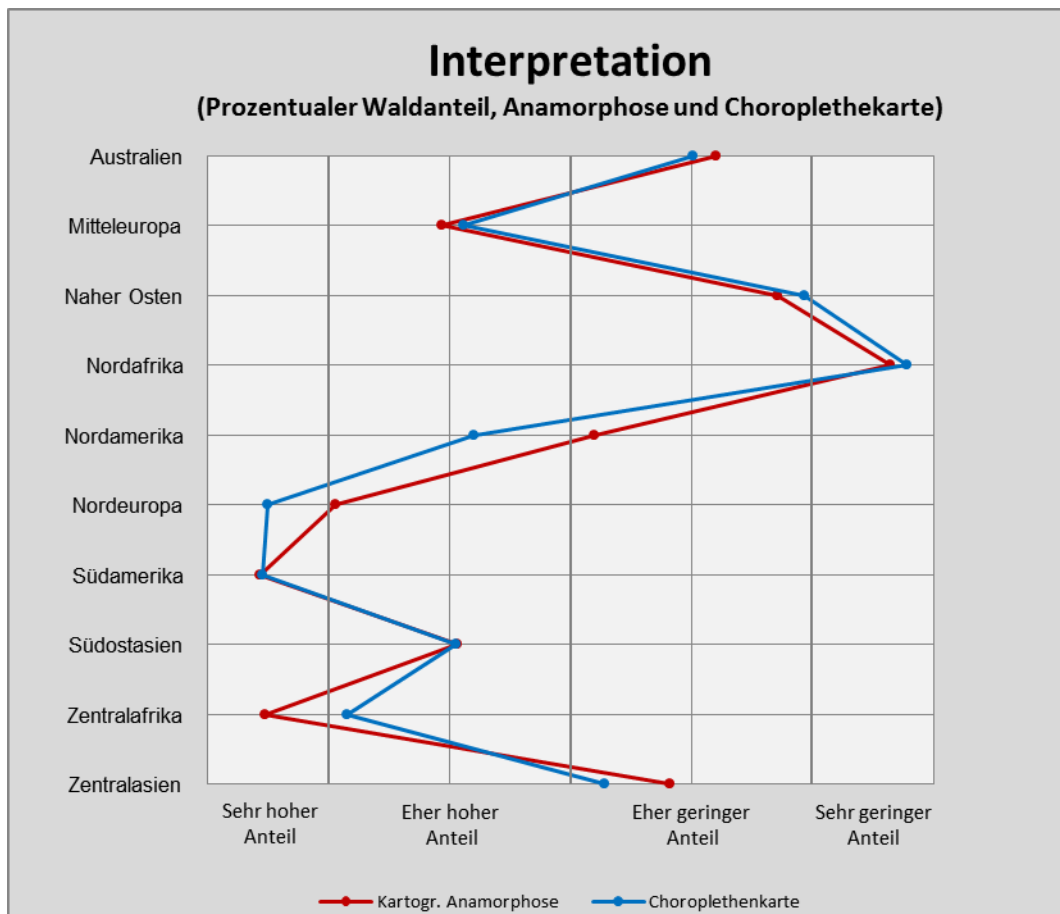


Abb. 57: Ergebnisse der Interpretation – Kartographische Anamorphose und klassische Choroplethenkarte

Wie man anhand der obenstehenden Graphik (Abb. 57) sehen kann, gehen die Interpretationen der 101 befragten Personen mithilfe der kartographischen Anamorphose und der klassischen Choroplethenkarte nur geringfügig auseinander. Größere Unterschiede sind nur bei Nordamerika, Nordeuropa und Zentralafrika zu erkennen, bei deren Ergebnissen zwischen der kartographischen Anamorphose und der klassischen Choroplethenkarte im Durchschnitt unterschiedliche Klassen an Waldanteil zugeordnet wurden. Ein ähnliches Bild zeigt auch die folgende Abbildung (Abb. 58) mit den Ergebnissen der kartographischen Anamorphose mit den integrierten Staatsgrenzen der klassischen Choroplethenkarte, sowie der Animation von klassischer Choroplethenkarte zu kartographischer

Anamorphose mittels Warping. Auch hier konnten sehr ähnliche Ergebnisse beobachtet werden, die nur geringfügig voneinander abweichen:

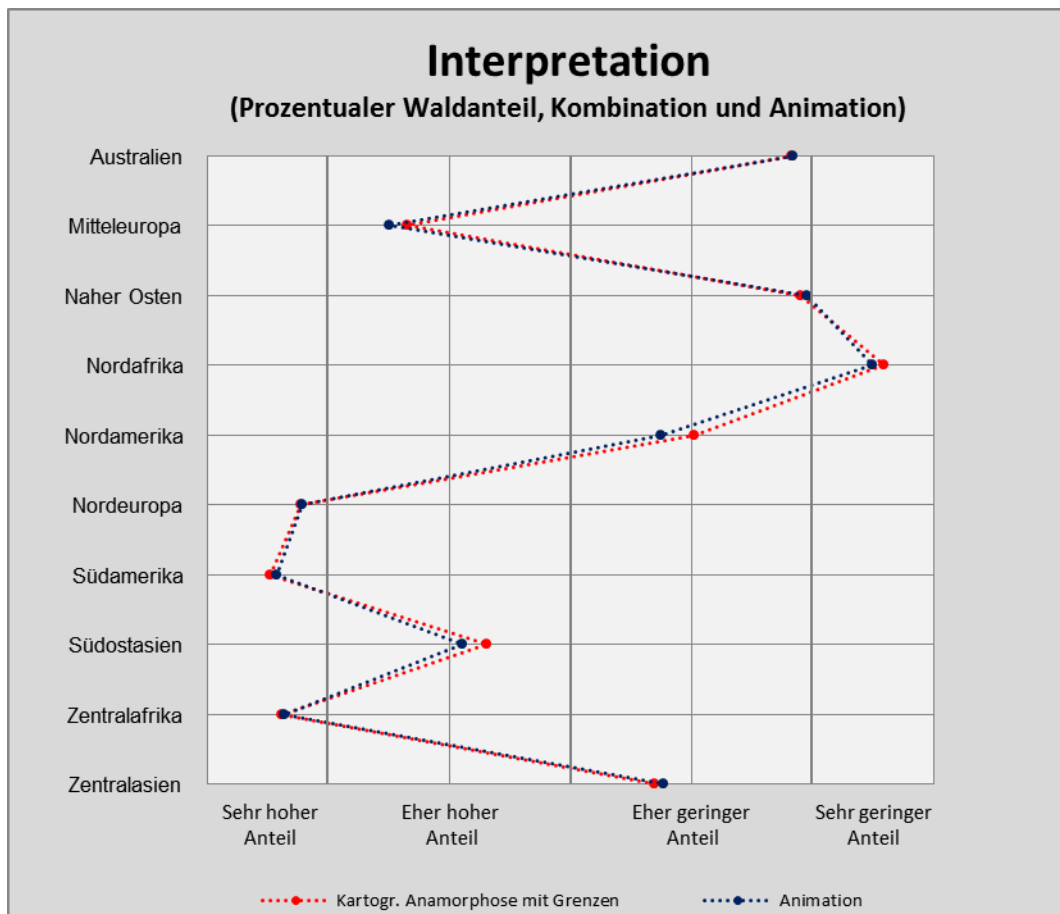


Abb. 58: Interpretation der Ergebnisse – Kombinierte kartographische Anamorphose und Animation

Da die kartographische Anamorphose an sich ein sehr verzerrtes Abbild der Erdoberfläche darstellt, die die Probanden zunächst eher negativ und ablehnend beurteilt hatten, würde man somit annehmen, dass die inhaltliche Interpretation der klassischen Choroplethenkarte bessere Ergebnisse erzielen würde, als jene der kartographischen Anamorphose. Allerdings wurde im Zuge dieser Studie ein anderes, für viele wahrscheinlich sehr überraschendes Ergebnis erzielt: Wenn man die Ergebnisse der Befragung mit den in Tab. 2 dargestellten Ist-Werten vergleicht, erkennt man, dass bei der inhaltlichen Interpretation der kartographischen Anamorphose die besten Ergebnisse erzielt wurden, während bei der inhaltlichen Interpretation der klassischen Choroplethenkarte die

schlechtesten Ergebnisse zu beobachten waren. Die beiden kartographischen Anamorphosen, die mit zusätzlichen „Hilfsmitteln“ versehen wurden, lieferten etwas schlechtere Ergebnisse als die reine kartographische Anamorphose und können somit nicht wirklich als Verbesserung oder Erleichterung angesehen werden. Die folgende Tabelle (Tab. 3) zeigt dabei die detaillierten Befragungs-Ergebnisse in tabellarisch aufgelisteter Form. Darin bezeichnen jene Felder, die eine grüne Einfärbung besitzen, richtige Antworten, während Felder mit roter Einfärbung falsche Antworten repräsentieren:

	Anamorphose	Kombination	Animation	Choroplethenkarte
Australien	Eher geringer Anteil	Eher geringer Anteil	Eher geringer Anteil	Eher geringer Anteil
Mittel-europa	Eher hoher Anteil	Eher hoher Anteil	Eher hoher Anteil	Eher hoher Anteil
Naher Osten	Eher geringer Anteil	Eher geringer Anteil	Eher geringer Anteil	Eher geringer Anteil
Nordafrika	Sehr geringer Anteil	Sehr geringer Anteil	Sehr geringer Anteil	Sehr geringer Anteil
Nordamerika	Eher geringer Anteil	Eher geringer Anteil	Eher geringer Anteil	Eher hoher Anteil
Nordeuropa	Eher hoher Anteil	Sehr hoher Anteil	Sehr hoher Anteil	Sehr hoher Anteil
Südamerika	Sehr hoher Anteil	Sehr hoher Anteil	Sehr hoher Anteil	Sehr hoher Anteil
Südostasien	Eher hoher Anteil	Eher hoher Anteil	Eher hoher Anteil	Eher hoher Anteil
Zentralafrika	Sehr hoher Anteil	Sehr hoher Anteil	Sehr hoher Anteil	Eher hoher Anteil
Zentralasien	Eher geringer Anteil	Eher geringer Anteil	Eher geringer Anteil	Eher geringer Anteil
RICHTIG (%)	70	60	60	40
FALSCH (%)	30	40	40	60

Tab. 3: Detaillierte Ergebnisse zur inhaltlichen Interpretation (Waldanteil 2011)

Neben den bereits gezeigten Antwortmöglichkeiten „Sehr hoher Anteil – Eher hoher Anteil – Eher geringer Anteil – Sehr geringer Anteil“ konnten die Probanden zusätzlich auch noch die Option „Unsicher“ auswählen. In dieser Studie wird angenommen, dass diese Auswahlmöglichkeit von den Probanden immer dann gewählt wird, wenn sie entweder

keine Antwort geben können oder möchten. Da dies außerdem als Indikator für die Unsicherheit der Probanden bei der Beantwortung der Fragen und somit auch im Umgang mit kartographischen Anamorphosen und klassischen Choroplethenkarten angesehen werden kann, wurde auch diese Option ausreichend analysiert und die Ergebnisse in der nächsten Graphik (Tab. 4) dargestellt:

	Kartogr. Anamorphose	Kombination	Animation	Choroplethenkarte
Australien	3	4	4	0
Mitteleuropa	2	3	3	0
Naher Osten	5	10	7	1
Nordafrika	1	4	5	1
Nordamerika	1	4	5	1
Nordeuropa	1	3	2	0
Südamerika	1	4	4	1
Südostasien	4	4	8	0
Zentralafrika	1	3	4	1
Zentralasien	8	8	7	3
Durchschnitt	3	5	5	1

Tab. 4: Antwortsicherheit – Auswahl der Option „Unsicher“ in Prozent (Waldanteil 2011)

Wie man hier deutlich erkennen kann, wurde die Option „Unsicher“ bei der klassischen Choroplethenkarte im Durchschnitt nur sehr selten gewählt. Bei der kartographischen Anamorphose und auch bei den beiden Erweiterungen durch zusätzliche Hilfsmittel wurde diese Möglichkeit verhältnismäßig öfters gewählt. Auch hier liegt der Grund mit Sicherheit darin, dass die klassische Choroplethenkarte viel eher den subjektiven Weltbildern in den Köpfen der Betrachter entspricht, als die kartographische Anamorphose und deren Erweiterungen. Daher kann durchaus davon ausgegangen werden, dass den Probanden das Auffinden bestimmter Regionen und Erdteile in der klassischen Choroplethenkarte wesentlich leichter fiel, als mithilfe der anderen kartographischen Darstellungsformen.

Um herauszufinden, ob die befragten Personen die kartographische Anamorphose mit den zusätzlichen Grenzen der klassischen Choroplethenkarte und/oder die Animation von klassischer Choroplethenkarte zu kartographischer Anamorphose mittels Warping der reinen kartographischen Anamorphose vorziehen würden, wurden die Probanden außerdem noch gefragt, welche kartographische Darstellungsform sich ihrer Meinung nach am

besten zum Zwecke einer richtigen Interpretation des dargestellten Themas eignen würde. Im Gegensatz zum eigentlichen Testergebnis, welches in den vorherigen Absätzen thematisiert wurde und die reine kartographische Anamorphose quasi als „Testsieger“ erkoren hat, sind die befragten Personen nach ihrer subjektiven Einschätzung dennoch der Meinung, dass sich die kartographischen Anamorphosen mit den jeweiligen Hilfsmitteln (Grenzen der klassischen Choroplethenkarte bzw. Animation von klassischer Choroplethenkarte zu kartographischer Anamorphose) besser für die richtige Interpretation des thematischen Inhaltes eignen, als die reine kartographische Anamorphose. Das dementsprechende Ergebnis wird auch in folgender Abbildung (Abb. 59) graphisch dargestellt:

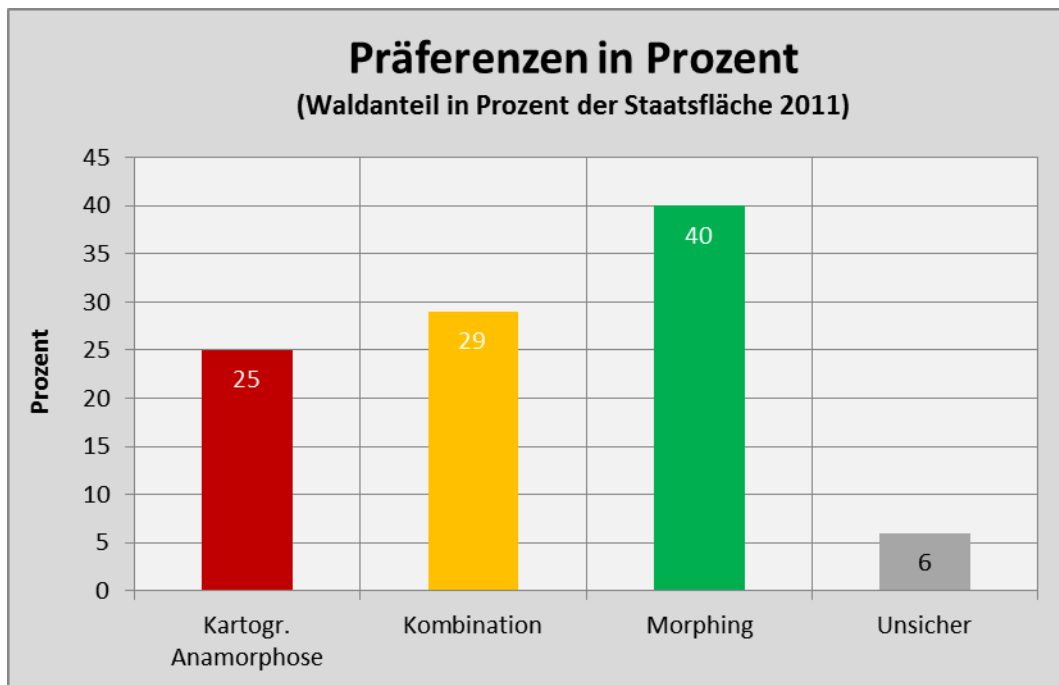


Abb. 59: Präferenzen der Probanden zur Verbesserung der inhaltlichen Interpretation

10.3.2 Interpretation der animierten kartographischen Darstellungsformen

Die animierten Darstellungen behandeln das Thema „Herkunft der Flüchtlinge im Zeitraum von 1993 bis 2012“. Dabei wurden die Probanden gebeten, sowohl eine animierte

kartographische Anamorphose, als auch eine animierte klassische Choroplethenkarte zu interpretieren.

Hierfür mussten die Probanden anhand bestimmter vorgegebener Erdteile und Regionen feststellen, von wo im angegebenen Zeitraum verhältnismäßig viele bzw. wenige Personen aufgrund verschiedenster Gründe fliehen mussten. Da es beim ausgewählten Thema kaum brauchbare, international gültige Standards und Klassifikationen gibt, die angeben, wann man beispielsweise von einer hohen bzw. einer niedrigen Flüchtlingszahl spricht, wurde im Vorfeld der Online-Befragung eine eigene Klassifikation erstellt, die auf einer linearen Regressionsanalyse, sowie dem damit einhergehenden Bestimmtheitsmaß basiert. Grundsätzlich setzt man diese lineare Regressionsanalyse immer dann ein, wenn ein bestimmter linearer Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen vermutet wird [vgl. HAR-87, S.573]. In diesem Beispiel wurde diese Methode zur Ermittlung der Abhängigkeit der Flüchtlingszahlen (abhängige Variable) zur jeweiligen Jahreszahl (unabhängige Variable) verwendet. Weiters konnten durch die Darstellung einer Regressionsgeraden, sowie durch die Berücksichtigung der jeweiligen Steigung der Geraden auch bestimmte zeitliche Entwicklungen analysiert werden. Durch das ebenso erwähnte Bestimmtheitsmaß wird die Güte des linearen Zusammenhangs zwischen den abhängigen und unabhängigen Variablen beschrieben [vgl. NEU-15]. Dadurch kann auch grundlegend festgestellt werden, wie sehr die entsprechenden Werte um die Regressionsgerade schwanken. Somit ergibt dies für folgende Erdteile und Regionen folgende Einteilung (Tab. 5):

	Stabil hoch	Eher steigend	Schwankend	Eher sinkend	Stabil niedrig
Australien					x
Ostasien					x
Naher Osten		x			
Nordafrika			x		
Nordamerika					x
Südamerika		x			
Südosteuropa				x	
Westeuropa					x
Zentralafrika			x		
Zentralasien			x		

Tab. 5: Entwicklung der Flüchtlingszahlen im Zeitraum von 1993 bis 2012 nach den Herkunftsregionen

Die folgenden beiden Abbildungen (Abb. 60 und Abb. 61) zeigen die jeweils letzten beiden Keyframes für das Jahr 2012, die zur Animation der kartographischen Anamorphose und der klassischen Choroplethenkarte eingesetzt wurden. Insgesamt wurden zur Animation 20 Keyframes verwendet.

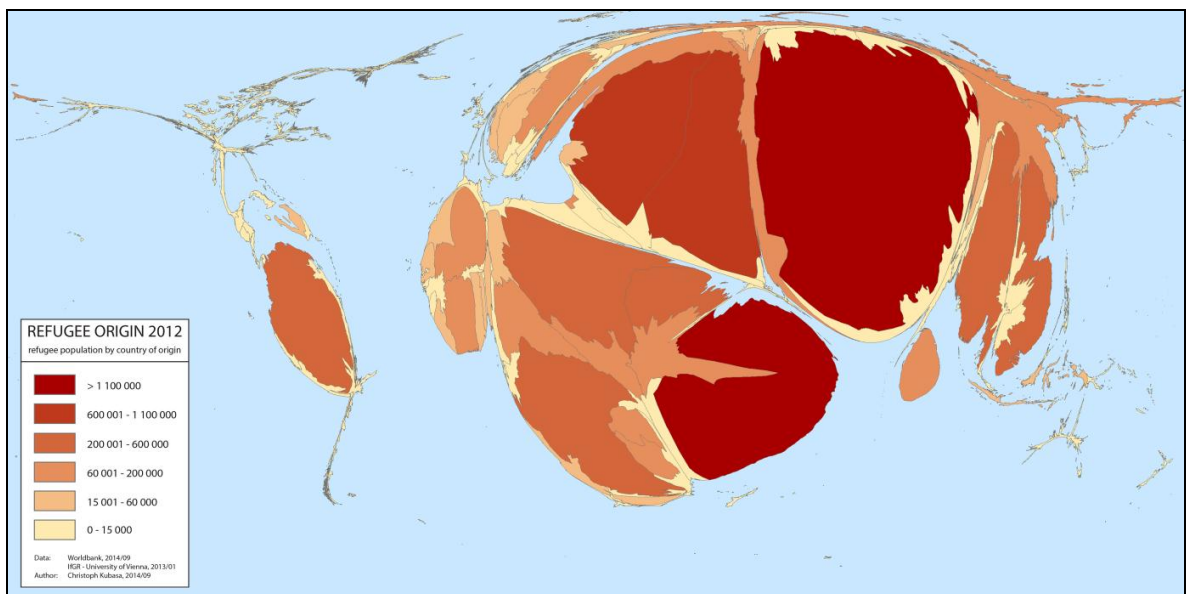


Abb. 60: Kartographische Anamorphose – Herkunft der Flüchtlinge (2012)

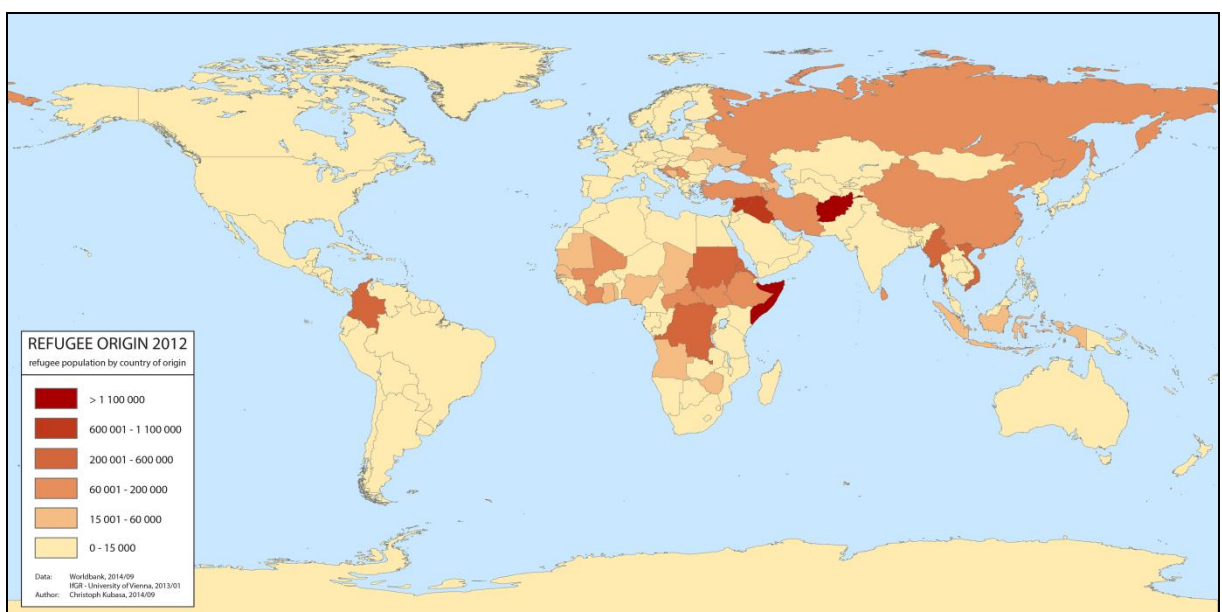


Abb. 61: Klassische Choroplethenkarte – Herkunft der Flüchtlinge (2012)

Die nun folgende Abbildung (Abb. 62) zeigt die Ergebnisse zur Interpretation der beiden animierten kartographischen Darstellungsformen. Beide Animationen wurden den Probanden getrennt voneinander vorgelegt, sodass die Testpersonen keinerlei Vergleiche zwischen der animierten kartographischen Anamorphose und der animierten klassischen Choroplethenkarte durchführen konnten:

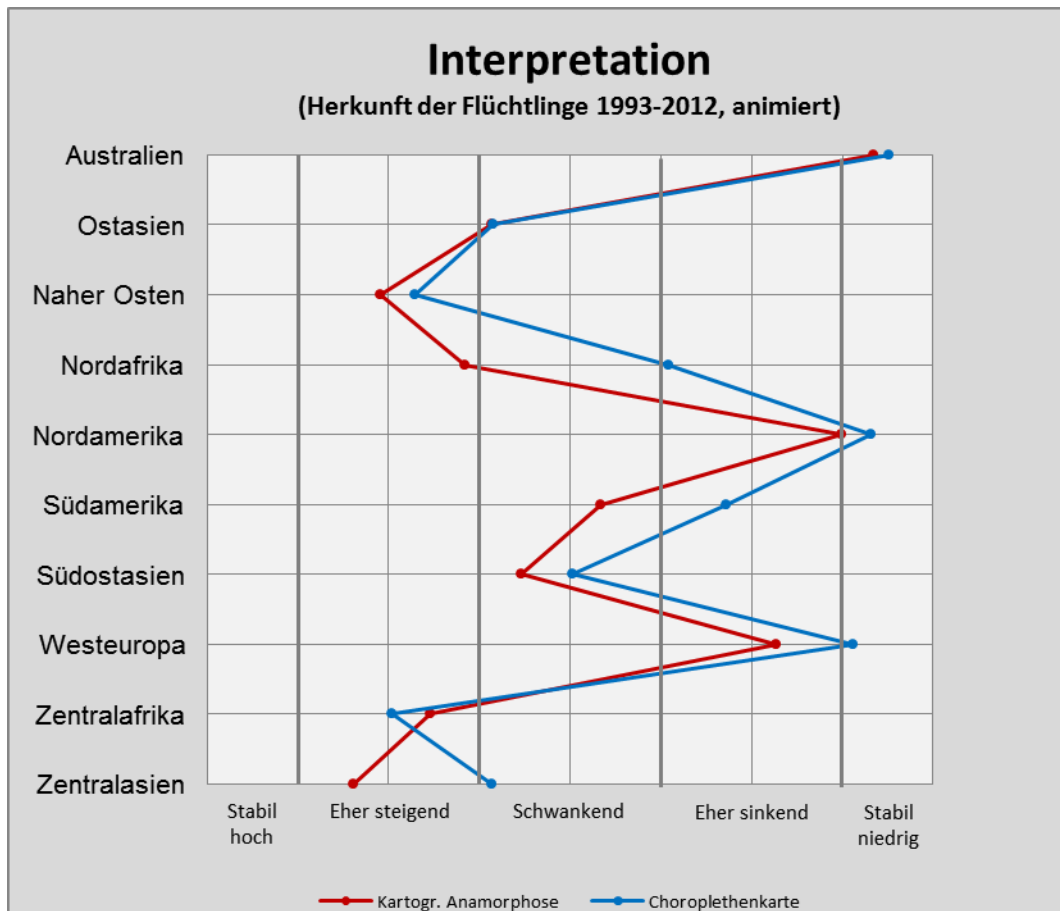


Abb. 62: Ergebnisse der Interpretation – Animierte kartographische Anamorphose und animierte klassische Choroplethenkarte

Wie die obenstehende Graphik (Abb. 62) deutlich zum Vorschein bringt, gehen die Ergebnisse der Interpretation der animierten kartographischen Anamorphose und der animierten klassischen Choroplethenkarte teilweise deutlich auseinander. So wurden beispielsweise die Regionen Nordafrika, Südamerika, Westeuropa und Zentralasien anhand der beiden unterschiedlichen kartographischen Animationen auch unterschiedlichen thematischen Klassen zugeordnet. Mit Ausnahme der Regionen Australien und Ostasien

konnten auch bei den anderen vorgegebenen Gebieten mehr oder weniger große Differenzen zwischen den Ergebnissen der animierten kartographischen Anamorphose und der animierten klassischen Choroplethenkarte beobachtet werden.

Wenn man die Ergebnisse der Befragung mit den in Tab. 5 dargestellten Ist-Werten vergleicht, sieht man deutlich, dass die befragten Personen sowohl mit der animierten kartographischen Anamorphose, als auch mit der animierten klassischen Choroplethenkarte gewisse Probleme hatten. Während bei den Ergebnissen der animierten kartographischen Anamorphose lediglich 20% der angegebenen Antworten richtig waren, konnten die befragten Probanden bei der animierten klassischen Choroplethenkarte wenigstens der Hälfte der vorgegebenen Erdteile und Regionen die richtige thematische Klasse zuordnen. Die folgende Tabelle (Tab. 6) zeigt dabei die detaillierten Befragungsergebnisse in tabellarisch aufgelisteter Form, wobei die Felder mit einer grünen Einfärbung auf richtige Antworten hinweisen sollen, während Felder mit einer roten Einfärbung falsche Antworten signalisieren:

	Animierte Anamorphose	Animierte Choroplethenkarte
Australien	Stabil niedrige Flüchtlingszahlen	Stabil niedrige Flüchtlingszahlen
Ostasien	Schwankend	Schwankend
Naher Osten	Eher steigende Flüchtlingszahlen	Eher steigende Flüchtlingszahlen
Nordafrika	Eher steigende Flüchtlingszahlen	Eher sinkende Flüchtlingszahlen
Nordamerika	Eher sinkende Flüchtlingszahlen	Stabil niedrige Flüchtlingszahlen
Südamerika	Schwankend	Eher sinkende Flüchtlingszahlen
Südosteuropa	Schwankend	Schwankend
Westeuropa	Eher sinkende Flüchtlingszahlen	Stabil niedrige Flüchtlingszahlen
Zentralafrika	Eher steigende Flüchtlingszahlen	Eher steigende Flüchtlingszahlen
Zentralasien	Eher steigende Flüchtlingszahlen	Schwankend
RICHTIG (%)	20	50
FALSCH (%)	80	50

Tab. 6: Detaillierte Ergebnisse zur Interpretation der animierten kartographischen Darstellungsformen (Herkunft der Flüchtlinge 1993-2012)

Auch in diesem Beispiel konnten die Probanden neben den bereits gezeigten Antwortmöglichkeiten „Stabil hohe Flüchtlingszahlen – Eher steigende Flüchtlingszahlen –

Schwankend – Eher sinkende Flüchtlingszahlen – Stabil niedrige Flüchtlingszahlen“ auch noch die Option „Unsicher“ wählen. Ebenso besteht auch hier wieder die Annahme, dass diese Auswahlmöglichkeit von den befragten Personen immer dann ausgewählt wird, wenn sie entweder keine Antwort geben können oder möchten. Da man dies in weiterer Folge wiederum auf die Unsicherheit der Probanden im Umgang mit animierten kartographischen Anamorphosen und animierten klassischen Choroplethenkarten umlegen kann, wurde auch diese Auswahloption ausreichend analysiert und die Ergebnisse in folgender Graphik (Tab. 7) aufgelistet:

	Kartogr. Anamorphose	Choroplethenkarte
Australien	12	3
Ostasien	18	5
Naher Osten	15	5
Nordafrika	16	7
Nordamerika	12	2
Südamerika	12	6
Südosteuropa	15	11
Westeuropa	13	3
Zentralafrika	14	4
Zentralasien	14	4
Durchschnitt	14	5

Tab. 7: Antwortsicherheit – Auswahl der Option „Unsicher“ in Prozent (Herkunft der Flüchtlinge 1993 – 2012)

Auch hier lässt sich wiederum die Tatsache erkennen, dass die befragten Probanden mit der animierten klassischen Choroplethenkarte anscheinend mehr anfangen können, da in diesem Fall die Auswahloption „Unsicher“ wesentlich seltener ausgewählt wurde als bei der animierten kartographischen Anamorphose. Dies zeigt wiederum, dass die Testpersonen eine bessere Verknüpfung mit der klassischen Choroplethenkarte aufbauen können, während die kartographischen Anamorphosen aufgrund ihrer starken Formverzerrung Schwierigkeiten bei der räumlichen Assoziation bereiten.

10.4 Block 3 – Zeitfaktor

Wie bereits erwähnt wurde, war dieser Block für die 101 Probanden nicht direkt sichtbar und lief somit quasi „unsichtbar“ im Hintergrund ab. Hier wurde bei jeder Frage auch die Zeit gemessen, die die befragten Personen zur Beantwortung der Frage benötigten. Da dies auch in weiterer Folge auf die Sicherheit der Probanden im Umgang mit kartographischen Anamorphosen und klassischen Choroplethenkarten, sowohl in statischer, als auch in animierter Form, umgelegt werden kann, wurden auch die in diesem Block erzielten Ergebnisse ausreichend analysiert und sollen in den nun folgenden Absätzen auch noch näher thematisiert werden. Die Gesamtzeit, die zur Absolvierung des Online-Fragebogens benötigt wurde, betrug durchschnittlich knapp 18 Minuten, was als relativ hoher Zeitbedarf angesehen werden kann.

Die folgende Tabelle (Tab. 8) zeigt den Zeitbedarf, den die Probanden durchschnittlich zur Beantwortung der Fragen des ersten Blocks des Online-Fragebogens benötigten. Wie man hier bereits deutlich erkennen kann, wurde zur Beantwortung jener Fragen, die sich auf die kartographischen Anamorphosen beziehen, wesentlich mehr Zeit benötigt als bei jenen Fragen, die sich auf die entsprechenden klassischen Choroplethenkarten beziehen. Somit kann man davon ausgehen, dass die Testpersonen mehr Zeit benötigten um sich innerhalb der kartographischen Anamorphose zu orientieren, als innerhalb der klassischen Choroplethenkarte.

	Bevölkerung 2012		Geburtenrate 2012		Internet User 2013	
	Sekunden	Minuten	Sekunden	Minuten	Sekunden	Minuten
Kartogr. Anamorphose	77,9	1,3	33,2	0,6	23,3	0,4
Choroplethenkarte	47,7	0,8	16,9	0,3	13,2	0,2

Tab. 8: Durchschnittlicher Zeitbedarf zur Beantwortung der Fragen in Block 1

Auch bei der Interpretation der vorwiegend statischen kartographischen Darstellungen, die in dieser Studie den Waldanteil in Prozent der Staatsfläche im Jahr 2011 darstellten, wurde ein ähnliches Ergebnis erzielt: Auch hier wurde zur Beantwortung jener Fragen, die sich auf die kartographischen Anamorphosen beziehen, wesentlich mehr Zeit benötigt, als bei jener Frage, die sich auf die klassische Choroplethenkarte bezieht. Allerdings kamen die 101 Probanden mit der kartographischen Anamorphose, die mit den Staatsgrenzen der klassischen Choroplethenkarte kombiniert wurde, und mit der Animation

von der klassischen Choroplethenkarte zur kartographischen Anamorphose wesentlich besser zurecht, als mit der reinen kartographischen Anamorphose, da hier der Zeitbedarf vergleichsweise geringer war. Grundsätzlich konnten sich die befragten Personen allerdings auch hier innerhalb der klassischen Choroplethenkarte am schnellsten orientieren, da diese höchstwahrscheinlich auch am ehesten ihren subjektiven Weltbildern entspricht. Die folgende Tabelle (Tab. 9) zeigt dabei den Zeitbedarf und die soeben beschriebenen Ergebnisse:

	Waldanteil in Prozent der Staatsfläche 2011	
	Sekunden	Minuten
Kartogr. Anamorphose	122,4	2,0
Kombination	90,6	1,5
Animation	86,9	1,4
Choroplethenkarte	74,7	1,2

Tab. 9: Durchschnittlicher Zeitbedarf zur Beantwortung der Fragen in Block 2 – Teil 1

Auch beim Zeitbedarf zur Beantwortung der animierten kartographischen Anamorphose und der animierten klassischen Choroplethenkarte tauchten diesbezüglich keine Überraschungen auf: Zur Beantwortung jener Frage, die sich auf die animierte kartographische Anamorphose bezieht, benötigten die 101 Probanden wesentlich mehr Zeit, als zur Beantwortung jener Frage, die sich auf die animierte klassische Choroplethenkarte bezieht. Anscheinend fiel es den befragten Personen auch in diesem Beispiel wesentlich leichter, räumliche Assoziationen mit der animierten Choroplethenkarte aufzubauen als mit der animierten kartographischen Anamorphose. Die folgende Tabelle (Tab. 10) zeigt die entsprechenden Ergebnisse:

	Herkunft der Flüchtlinge im Zeitraum 1993 bis 2012	
	Sekunden	Minuten
Animierte kartogr. Anamorphose	203,9	3,4
Animierte Choroplethenkarte	144,9	2,4

Tab. 10: Durchschnittlicher Zeitbedarf zur Beantwortung der Fragen in Block 2 – Teil 2

Die Tatsache, dass die befragten Personen zur Beantwortung jener Fragen, die sich auf die klassischen Choroplethenkarten beziehen, wesentlich weniger Zeit benötigten, als zur Beantwortung jener Fragen, die sich auf die kartographischen Anamorphosen beziehen, kann als grundlegende Erkenntnis dieser Analyse angesehen werden. In weiterer Folge kann man diese Erkenntnis auch noch darauf umlegen, dass sich die Probanden in kartographischen Anamorphosen anscheinend wesentlich schwerer orientieren können, als in klassischen Choroplethenkarten. Als Grund kann hier wie bereits des Öfteren darauf verwiesen werden, dass die klassischen Choroplethenkarten dieser Studie wahrscheinlich am ehesten den subjektiven Weltkarten in den Vorstellungen der Testpersonen ähneln, während man aufgrund der starken thematischen Verzerrungen in den kartographischen Anamorphosen kaum räumliche Assoziationen aufbauen kann.

11 Beantwortung der Forschungsfrage

Nachdem im vorherigen Kapitel die Ergebnisse der durchgeführten Studie präsentiert wurden, sollen diese nun auch zur Beantwortung der in dieser Masterarbeit verfolgten Forschungsfrage herangezogen werden. Dabei richtet sich der Blick zuerst auf die mit der Forschungsfrage einhergehenden Arbeitsfragen, die chronologisch abgearbeitet werden und anschließend gemeinsam auch eine abschließende Gesamtbetrachtung zur vorliegenden Problemstellung erlauben sollen.

Arbeitsfrage 1:

Welche Vor- und Nachteile weisen kartographische Anamorphosen hinsichtlich einer möglichen Erkenntnisgewinnung der Anwender im Vergleich zur klassischen Choroplethenkarte auf?

Die Antwort auf diese Arbeitsfrage wurde in Kapitel 7 (S. 65) mittels einer reinen Literaturrecherche gegeben. Kartographische Anamorphose zeigen ein stark verzerrtes Abbild der Erdoberfläche, was sowohl als Vor-, als auch als Nachteil dieser kartographischen Darstellungsform angesehen werden kann: Aufgrund eines zumeist ungewohnten, verzerrten Kartenbildes sind kartographische Anamorphosen durchaus in der Lage, die Blicke der Kartenleser zu fangen und ihre Neugier zu wecken, sowie sie auch in vielen Fällen auf einer emotionalen Ebene zu erreichen. Dieser in der Fachliteratur oftmals erwähnte Überraschungs- und Schockeffekt kann als wesentlicher Vorteil kartographischer Anamorphosen angesehen werden. Ebenso kann diese kartographische Darstellungsform auch als alternative Basiskarte zur Darstellung anderer thematischer Sachverhalte herangezogen werden, wobei hier HENNIG (2013) darauf hinweist, dass diese Eignung auch immer vom Detailgrad abhängig ist, mit denen die betroffenen Polygone wertproportional skaliert wurden [vgl. HEN-13, S.30].

Aber gerade diese thematischen Verzerrungen im Kartenbild kartographischer Anamorphosen können sich auch nachteilig auf die Erkenntnisgewinnung der Kartennutzer auswirken. Je nach dargestelltem Thema kann die räumliche Geometrie fast bis zur Unkenntlichkeit verzerrt werden, wodurch die Betrachter kaum Verknüpfungen zu den realen Raumstrukturen herstellen können und weshalb diese kartographische Darstellungsform ohne zusätzliche Hilfsmittel nur sehr schwer interpretierbar ist. Im Vergleich zu klassischen Choroplethenkarten ähneln kartographische Anamorphosen nur kaum den

subjektiven Weltbildern in den Köpfen der Betrachter, weshalb diese kartographische Darstellungsform von den Kartennutzern auch eher abgelehnt wird.

Grundsätzlich muss man diesbezüglich aber unbedingt festhalten, dass die Tatsache, ob sich die Darstellung mittels kartographischer Anamorphosen positiv oder negativ auf die Erkenntnisgewinnung der Kartenleser auswirkt, auch immer vom dargestellten Thema abhängig ist. So können manche kartographische Anamorphosen aufgrund der visualisierten Merkmalsausprägungen dem „eentlichen“ Weltbild sehr stark ähneln, während andere sich wiederum als abstrakte Polygonanhäufungen präsentieren, die kaum noch mit den realen Raumstrukturen assoziiert werden können.

Arbeitsfrage 2:

Wie werden kartographische Anamorphosen von den Anwendern bewertet, sowohl hinsichtlich der kartographischen Gestaltung, als auch hinsichtlich der Informationsübertragung?

Diese Arbeitsfrage wurde in Kapitel 10.2 (S. 90) dieser Masterarbeit mithilfe einer Online-Befragung beantwortet. Dabei wurde das Potential der kartographischen Anamorphosen im Vergleich zu den klassischen Choroplethenkarten sowohl hinsichtlich der kartographischen Gestaltung, als auch hinsichtlich der Informationsübertragung analysiert.

Zur Bewertung der kartographischen Gestaltung wurden im Zuge der Online-Umfrage eine kartographische Anamorphose und eine klassische Choroplethenkarte zum Thema „Absolute Bevölkerungszahlen im Jahr 2012“ gegenübergestellt. Das Erscheinungsbild der kartographischen Anamorphose wurde dabei eher mit negativen Eigenschaften verknüpft: Somit wurden dieser kartographischen Darstellungsform doch eher Begriffe wie unästhetisch, unharmonisch, unruhig, fremd und auch abstoßend zugeteilt. Allerdings konnten die befragten Personen den kartographischen Anamorphosen auch durchaus positive Aspekte abgewinnen, weshalb auch die Eigenschaften originell, interessant, experimentell und durchaus brauchbar vergeben wurden. Im Vergleich dazu wurde die klassische Choroplethenkarte zumeist mit vollkommen gegensätzlichen Attributen versehen und somit durchwegs positiv bewertet. Als möglicher Grund für die eher negative Bewertung der kartographischen Anamorphose kann mit Sicherheit die Tatsache angesehen werden, dass die verzerrte Darstellung der Erdoberfläche nicht mehr mit der eigentlichen, subjektiven Weltkarte in den Vorstellungen der Betrachter übereinstimmt und diese kartographische Darstellungsform somit als „falsch“ angesehen wird.

Zur Bewertung des Potentials kartographischer Anamorphosen bezüglich der inhaltlichen Informationsvermittlung im Vergleich zu klassischen Choroplethenkarten wurden von beiden kartographischen Darstellungsformen je zwei Exemplare zu den Themen „Geburtenrate 2012“ und „Internet User 2013“ angefertigt und ebenfalls in die Online-Befragung integriert. Während bei der Aufbereitung in Form einer klassischen Choroplethenkarte die Probanden bei beiden Themen einheitlich der Meinung waren, dass diese kartographische Darstellungsform die ausgewählten Themen ansprechend vermitteln kann, konnten bei der Aufbereitung mittels einer kartographischen Anamorphose bei beiden Themen unterschiedliche Ergebnisse beobachtet werden: Grundsätzlich war der Großteil der befragten Personen schon der Meinung, dass die kartographische Anamorphose zum Thema „Geburtenrate 2012“ das dargestellte Thema ansprechend visualisiert, allerdings gab es auch viele Meinungen, die dem nicht zustimmen konnten. Anders gestaltete sich das Ergebnis zum Thema „Internet User 2013“, im Zuge dessen der Großteil der Probanden der Darstellung mittels kartographischer Anamorphose eher negativ gegenüberstand. Somit ist das Potential kartographischer Anamorphosen bezüglich der inhaltlichen Informationsübertragung auch immer von der jeweiligen Problemstellung abhängig, welches in weiterer Folge auch den Abstraktionsgrad der thematisch verzerrten Darstellung bestimmt. Je größer die Differenzen zwischen den vorliegenden Merkmalsausprägungen sind, desto stärker sind auch die Verzerrungen im Kartenbild und desto schwieriger ist es für ungeübte Kartennutzer, die entsprechenden Sachverhalte auch richtig zu interpretieren.

Arbeitsfrage 3:

Welche technischen und inhaltlichen Möglichkeiten einer Animation kartographischer Anamorphosen gibt es und welches Potential zur Verwendung in weiterführenden Analysen und Prognosen steckt in den daraus resultierenden Ergebnissen?

Die grundlegende Beantwortung dieser Arbeitsfrage erfolgte in Kapitel 6 (S. 53) dieser Masterarbeit und wurde ähnlich wie die erste Arbeitsfrage ebenfalls mithilfe einer reinen Literaturrecherche gelöst. Grundsätzlich können hierbei zwei inhaltliche Typen zur Animation unterschieden werden: Neben der temporalen Animation, die durch Veränderungen charakterisiert wird, die sich auf einen bestimmten Zeitraum beziehen, spiegeln nontemporale Animationen qualitative Veränderungen einzelner Objekte wieder. Beide Typen können gleichermaßen für kartographische Animationen eingesetzt werden und sind in der Lage, dem Kartennutzer ein besseres Bild zur dargestellten Thematik und so-

mit auch einen besseren Überblick zu den übergeordneten Zusammenhängen zu vermitteln.

Grundlegend wurde zur Animation kartographischer Anamorphosen die so genannte Keyframe-Animation mit zwei speziellen Ausprägungen präsentiert: Zunächst wurde das so genannte Warming präsentiert, im Zuge dessen es zu einer Transformation der Ausgangssituation in die zu erreichende Zielform kommt. Beispielsweise wurde dies innerhalb der Studie dieser Masterarbeit durch die Verwandlung einer klassischen Choroplethenkarte zu einer kartographischen Anamorphose realisiert. Der Vorteil des Warmings gegenüber anderer Animationsmethoden liegt mit Sicherheit darin, dass dem Betrachter zunächst die Ausgangsform präsentiert wird, wodurch dieses Bild ständig präsent ist. Der Kartennutzer kann dadurch die vorliegenden Veränderungen leichter wahrnehmen und verstehen.

Zusätzlich wurde auch die klassische Keyframe-Animation mittels Blending vorgestellt und auch für die Forschungsstudie praktisch getestet. Diese Methode bedient sich so genannter Schlüsselszenen (Keyframes), die ihrerseits das grundlegende Gerüst der Animation aufbauen. Zum Zwecke einer reibungslosen Animation mit „fließenden“ Übergängen werden hierbei zwischen den jeweiligen Schlüsselszenen auch noch Zwischenbilder berechnet. Die Animation ergibt sich dann durch das aufeinanderfolgende Abspielen der eingesetzten Schlüsselszenen und berechneten Zwischenbilder innerhalb eines zuvor definierten Zeitraumes. Im Vergleich zum zuvor beschriebenen Warming werden hier somit mehr Basisbilder zur Erstellung der Animation herangezogen, wodurch sich den Betrachtern auch detailliertere Einblicke in die zeitliche Entwicklung bestimmter thematischer Sachverhalte bieten.

Das mögliche Potential animierter kartographischer Anamorphosen zur Verwendung in weiterführenden Analysen und Prognosen kann aufgrund ihrer Vorteile gegenüber ihrer statischen Pendanten aufgezeigt werden: Da statische kartographische Anamorphosen lediglich momentane Raumzustände in ausgewählten räumlichen Ausschnitten darstellen, die darin enthaltenen Daten auch nur in einer von vielen Visualisierungsmöglichkeiten präsentiert werden und sie außerdem auch noch einen passiven Charakter besitzen [vgl. DRA-97, S.6 ff.], können sie dem Betrachter nur bedingt die für das Verständnis oftmals wichtigen übergeordneten Zusammenhänge vermitteln. Die Animation solcher Darstellungen können hingegen die temporalen und qualitativen Veränderungen bestimmter Objekte im Kartenbild vermitteln, sowie auch die ausgewählten Raumausschnitte innerhalb einer definierten Zeitkomponente bzw. auch nach interaktiven Ein-

griffen verändern, weshalb ihnen auch durchaus großes Potential zur Verwendung in weiterführenden Analysen und Prognosen zugesprochen werden kann.

Arbeitsfrage 4:

Welche Auswirkungen haben animierte kartographische Anamorphosen auf das Verständnis und die Schlussfolgerungen der Anwender zu thematisch komplexen Sachverhalten?

Diese Arbeitsfrage wurde wiederum mittels eines Online-Fragebogens beantwortet und in Kapitel 10.3 (S. 104) dieser Masterarbeit näher thematisiert. Zu diesem Zwecke wurde sowohl eine animierte kartographische Anamorphose, als auch eine animierte klassische Choroplethenkarte zum Thema „Herkunft der Flüchtlinge im Zeitraum 1993 bis 2012“ erstellt und in die Online-Umfrage integriert. Die Interpretation der thematischen Inhalte mithilfe der ausgewählten kartographischen Darstellungsformen durch die Probanden zeigte dabei deutlich, dass die befragten Personen mit der animierten kartographischen Anamorphose doch deutlich mehr Schwierigkeiten hatten, als mit der animierten klassischen Choroplethenkarte, was sich auch dementsprechend auf die Richtigkeit der Antworten auswirkte. Zusätzlich konnte hier auch noch beobachtet werden, dass bei der animierten kartographischen Anamorphose die Auswahloption „Unsicher“ wesentlich häufiger ausgewählt wurde, als bei der animierten klassischen Choroplethenkarte. Dies zeigt doch die große Unsicherheit der befragten Personen im Umgang mit der thematisch verzerrten kartographischen Darstellungsform, die ihnen anscheinend völlig fremd erscheint und nicht mit ihrem eigentlichen Weltbild übereinstimmt. Somit können animierte kartographische Anamorphosen anhand dieses Beispiels nicht wirklich als brauchbares Hilfsmittel zur Vermittlung dynamischer, thematischer Sachverhalte angesehen werden, da sie laut den Ergebnissen dieser Studie keinerlei positive Auswirkungen auf das Verständnis und die Schlussfolgerung der Anwender zu thematisch komplexen Sachverhalten aufweisen.

Grundsätzlich soll aber auch hier nicht unerwähnt bleiben, dass man dieses Ergebnis nicht als grundlegendes Gesetz für alle animierten kartographischen Anamorphosen ansehen kann: Auch hier ist die Brauchbarkeit dieser animierten kartographischen Darstellungsform zur Verbesserung des Verständnisses der Kartennutzer in erster Linie vom dargestellten Inhalt abhängig, da dieser bekanntlich auch den Abstraktions- und Verzerrungsgrad im Kartenbild bestimmt.

Forschungsfrage:

Welches Potential steckt in animierten kartographischen Anamorphosen um das Verständnis des Kartennutzers bezüglich komplexer räumlicher Zusammenhänge zu optimieren und können sie dahingehend als Verbesserung der klassischen Choroplethenkarten angesehen werden?

Aufgrund der in den vorherigen Absätzen beantworteten Arbeitsfragen kann nun eine Gesamtbetrachtung der verfolgten Forschungsfrage durchgeführt werden. Kartographische Anamorphosen sind grundsätzlich in der Lage, dem Betrachter eine neue Perspektive zu bestimmten Themen zu ermöglichen. Sie bieten dem Kartographen neue Möglichkeiten, um bestimmte thematische Sachverhalte hervorzuheben und somit den Kartennutzer zu schockieren und seine Neugier zu wecken. Allerdings zeigen die Ergebnisse, die im Zuge der Studie dieser Masterarbeit gesammelt wurden, dass kartographische Anamorphosen sowohl in statischer, als auch in animierter Form, keine wirkliche Verbesserung zur Optimierung des Verständnisses der Kartennutzer bezüglich komplexer räumlicher Zusammenhänge darstellen. Dies wurde durch die Aufbereitung und Präsentation mehrerer thematischer Sachverhalte, sowohl für kartographische Anamorphosen, als auch für klassische Choroplethenkarten in animierter und statischer Form getestet, wobei letztere hierbei auch als klarer Testsieger bezeichnet werden kann. Gerade die Animation kartographischer Anamorphosen schnitt in diesem Zusammenhang im Vergleich zur animierten klassischen Choroplethenkarte besonders schlecht ab. Ebenso werden kartographische Anamorphosen im Vergleich zu klassischen Choroplethenkarten von den Probanden Großteils abgelehnt und mit negativen Eigenschaften in Verbindung gebracht. Somit können (animierte) kartographische Anamorphosen nicht unbedingt als Verbesserung der (animierten) klassischen Choroplethenkarten angesehen werden.

Das Potential (animierter) kartographischer Anamorphosen zur Optimierung des Verständnisses der Kartennutzer bezüglich komplexer räumlicher Zusammenhänge kann allerdings auch durch die richtige Wahl des darzustellenden Themas gesteigert werden. Das im obenstehenden Absatz für kartographische Anamorphosen eher negativ ausgerichtete Ergebnis kann und soll nicht als allgemeingültiges Gesetz für alle darstellbaren Themenbereiche angesehen werden, da der Abstraktionsgrad der kartographischen Anamorphose auch vom thematischen Inhalt abhängig ist. Somit können manche Themen aufgrund eines geringeren Verzerrungsgrades im Kartenbild dem Kartennutzer die Assoziation zu realen Raumstrukturen erleichtern, während andere thematische Sachver-

halte mit stärkeren Verzerrungen der zugrundeliegenden Geometrie kaum mehr mit den angeblich bekannten Weltbildern in Verbindung gebracht werden können. Alles in allem kann aus dieser Studie dennoch herausgelesen werden, dass klassische Choroplethenkarten gegenüber den kartographischen Anamorphosen bevorzugt werden und sich positiver auf die Erkenntnisgewinnung der Kartennutzer auswirken.

12 Zusammenfassung und Ausblick

Trotz der zunehmenden Beliebtheit, die kartographische Anamorphosen momentan erfahren, werden in der Praxis zur Visualisierung bestimmter thematischer Sachverhalte nach wie vor klassische Choroplethenkarten bevorzugt. Als grundlegende Prämisse im kartographischen Gestaltungs- und Entwicklungsprozess steht dabei die Vorgabe, dass die unvermeidbaren Verzerrungen im Kartenbild so gering wie nur möglich gehalten werden, damit ein möglichst repräsentatives Abbild der Erdoberfläche realisiert werden kann. Der Mensch wird dabei sehr früh mit solchen klassischen Kartendarstellungen konfrontiert und eignet sich durch weitere Lernprozesse und durch das individuelle Sammeln neuer Erkenntnisse ein eigenes, subjektiv gefärbtes Weltbild an.

Allerdings ist unsere Welt einem ständigen Wandel ausgesetzt, weshalb sie mittlerweile stark vernetzt und komplex geworden ist. Klassische Choroplethenkarten sind oft nicht in der Lage solche Entwicklungen in adäquater Art und Weise darzustellen, weshalb man auch auf Seiten der Kartographie in gewisser Weise reagieren muss. Des Weiteren suggerieren klassische Choroplethenkarten dem Kartennutzer eine Gleichverteilung bestimmter thematischer Sachverhalte über eine ausgewählte Bezugsfläche, was natürlich nicht der Realität entsprechen kann. Als Beispiel sei hier auf die Bevölkerungsverteilung innerhalb bestimmter administrativer Bezugsflächen verwiesen: Die betroffenen Einwohner sind dabei nicht gleichmäßig über die entsprechende Raumeinheit verteilt, sondern sind zumeist unregelmäßig in Form kleinerer Gruppierungen in bestimmten Teilen davon zentriert. Durch die in den klassischen Choroplethenkarten suggerierte Gleichverteilung der dargestellten thematischen Inhalte neigt der ungeübte Kartennutzer oft zu falschen inhaltlichen Interpretationen, da es hier häufig zur kognitiven Verknüpfung des thematischen Inhaltes mit der jeweiligen Flächengröße der betroffenen Bezugseinheit kommt. Größere Merkmalsausprägungen, die auf einer verhältnismäßig kleinen Fläche dargestellt werden, können dabei vom Kartennutzer leicht übersehen werden, während hingegen geringeren Merkmalsausprägungen auf verhältnismäßig größeren Flächen oftmals unge rechterweise unbewusst mehr Bedeutung zugeschrieben wird.

Somit ist es eine Aufgabe der Kartographie eine Lösungen für dieses Problem zu suchen um solche Fehlinterpretationen durch den Kartennutzer zu vermeiden. Eine Variante, dem entgegen zu wirken, bietet sich durch den Einsatz der im Zuge dieser Masterarbeit beschriebenen und behandelten kartographischen Anamorphosen, die als eine spezielle Form kartenverwandter Darstellungsformen angesehen werden können. In solchen kar-

tographischen Anamorphosen erfolgt die Visualisierung des thematischen Inhaltes nicht mehr mittels flächenhaften Farbabstufungen oder Schraffuren auf einer fixen Bezugsfläche, sondern mithilfe einer wertproportionalen Skalierung der ausgewählten Darstellungsflächen. Dadurch entsteht ein thematisch verzerrtes Kartenbild, da die einzelnen Flächen bei größeren Merkmalsausprägungen quasi aufgebläht und vergrößert erscheinen, während bei geringeren Merkmalsausprägungen die Bezugsflächen dementsprechend verkleinert werden. Die Erdoberfläche und die darauf vorzufindenden Gegebenheiten werden den Betrachtern somit in einer völlig neuen und zumeist ungewohnten Perspektive präsentiert.

Allerdings hat die Studie dieser Masterarbeit sehr deutlich gezeigt, dass kartographische Anamorphosen im Vergleich zu klassischen Choroplethenkarten von den befragten Probanden eher abgelehnt und mit negativen Attributen versehen wurden. So wurde die kartographische Anamorphose beispielsweise als unästhetisch, unharmonisch und unruhig bezeichnet, die auch eher abstoßend auf die Betrachter wirkt. Dennoch wurde sie auch als interessant, experimentell und originell bezeichnet, was durchaus als positiver Aspekt angesehen werden kann. Ebenso wurde kartographischen Anamorphosen das Potential zur Visualisierung bestimmter thematischer Sachverhalte eher abgesprochen, während diesbezüglich die Meinungen zu klassischen Choroplethenkarten eindeutig positiv orientiert sind. Ebenso werden klassische Choroplethenkarten eindeutig gegenüber kartographischen Anamorphosen präferiert, wenn es darum geht, die thematischen Inhalte richtig zu interpretieren. Diese Ergebnisse können darauf gestützt werden, dass die kartographischen Anamorphosen sich aufgrund der darin vorgenommenen thematischen Verzerrungen derart von den subjektiven Weltbildern in den Köpfen der Probanden unterscheiden, dass sie den Betrachtern als ungewohnt, fremd und somit auch „falsch“ erscheinen. Laut Angaben der Probanden war es ihnen nicht mehr möglich reale Raumstrukturen zu erkennen und somit die wesentlichen thematischen Inhalte räumlich richtig zuzuordnen. Allerdings konnten hier auch leicht abweichende Ergebnisse zwischen unterschiedlichen Themenbereichen beobachtet werden, was darauf schließen lässt, dass die soeben aufgelisteten Ergebnisse nicht als allgemeingültiges Gesetz angesehen werden können, sondern je nach Thema auch variieren können. So können beispielsweise kartographische Anamorphosen, die aufgrund der entsprechenden Merkmalsausprägungen geringere thematische Verzerrungen im Kartenbild aufweisen, von den Betrachtern positiver angenommen werden, als solche, deren Abstraktionsgrad derart groß ist, dass man keinerlei Bezüge zu den realen Raumstrukturen mehr herstellen kann.

Ebenso wurde im Zuge der Studie dieser Masterarbeit auch das Potential kartographischer Anamorphosen bezüglich der inhaltlichen Informationsvermittlung analysiert, wobei hierbei zwischen vorwiegend statischen und animierten kartographischen Anamorphosen unterschieden wurde. Bei der statischen Variante konnte, wenn man die zuvor eher negative Beurteilung der Probanden gegenüber kartographischer Anamorphosen berücksichtigt, ein doch eher überraschendes Ergebnis erzielt werden: Die Prozentzahl an richtigen Antworten war bei der reinen kartographischen Anamorphose am höchsten und bei der klassischen Choroplethenkarte am geringsten. Ebenso wurden zwei weitere kartographische Anamorphosen mit zusätzlichen Hilfsmitteln (Kombination einer kartographischen Anamorphose mit den Staatsgrenzen der klassischen Choroplethenkarte und die Verwandlung einer klassischen Choroplethenkarte zu einer kartographischen Anamorphose mittels Warping) analysiert, die im Vergleich zur reinen kartographischen Anamorphose auch keine besonderen Verbesserungen bezüglich der Erkenntnisgewinnung der Betrachter erreichen konnten. Im Gegensatz dazu konnte sich bei der animierten Variante die klassische Choroplethenkarte doch eindeutig gegenüber der kartographischen Anamorphose durchsetzen, was wiederum an der Prozentzahl an richtigen Antworten gemessen wurde. Allerdings muss auch hier festgehalten werden, dass diese Ergebnisse nicht immer auf die Allgemeinheit kartographischer Anamorphosen umgelegt werden können. Aufgrund gewisser Beschränkungen im Umfang dieser Masterarbeit konnte nur ein Bruchteil an möglichen darstellbaren Themen mittels kartographischer Anamorphosen und klassischer Choroplethenkarten realisiert und den Probanden präsentiert werden. Auch hier können die Ergebnisse bei unterschiedlichen thematischen Sachverhalten variieren, da der Verzerrungs- und Abstraktionsgrad im Kartenbild kartographischer Anamorphosen auch immer vom gewählten Thema abhängig ist.

Zusätzlich konnte beobachtet werden, dass die befragten Personen zur Beantwortung jener Fragen, die sich auf die kartographischen Anamorphosen bezogen haben, wesentlich mehr Zeit benötigten, als bei jenen Fragen, die sich um klassische Choroplethenkarten drehten. Die Gründe dafür können sehr vielseitig sein, wobei hier eher davon ausgegangen werden kann, dass die Probanden weniger Erfahrung im Umgang mit kartographischen Anamorphosen besitzen und dass ihnen diesbezüglich die räumliche Orientierung schwerer fällt, als mit klassischen Choroplethenkarten. Ebenso wurde im Zuge der in dieser Masterarbeit verfolgten Studie festgestellt, dass die Auswahloption „Unsicher“ bei kartographischen Anamorphosen verhältnismäßig öfters ausgewählt wurde, als bei klassischen Choroplethenkarten. Auch hier kann man vermuten, dass die Unsicherheit der teilnehmenden Testpersonen darin begründet liegt, dass kartographische Anamorphosen

nicht so sehr geläufig und präsent sind wie klassische Choroplethenkarten, weshalb man die thematischen Verzerrungen im Kartenbild nicht gewohnt ist und somit Schwierigkeiten bei der räumlichen Orientierung und der Zuordnung der thematischen Sachverhalte zu bestimmten räumlichen Bezugseinheiten auftreten können.

Die im Zuge der Studie dieser Masterarbeit gewonnenen Ergebnisse sollen, wie bereits in den vorherigen Absätzen mehrmals erwähnt, nicht als allgemeingültige Erkenntnisse verstanden werden, da diese je nach verwendeten Thema und den damit verbundenen Merkmalsausprägungen mehr oder weniger stark voneinander abweichen können. Vielmehr sollen sie als Richtwerte dienen, die das Potential kartographischer Anamorphosen, sowohl in statischer, als auch in animierter Form zur Verbesserung und Optimierung des Verständnisses der Kartennutzer bezüglich komplexer räumlicher Sachverhalte grundlegend beschreiben. Allgemein lässt sich aus diesen Ergebnissen allerdings sehr wohl der Trend ablesen, dass klassische Choroplethenkarten eher bevorzugt werden, während man kartographischen Anamorphosen doch eher negativ und ablehnend gegenübersteht. Außerdem kann man daraus ebenfalls die Annahme ableiten, dass (animierte) kartographische Anamorphosen bezüglich der inhaltlichen Informationsübertragung und der Optimierung der Erkenntnisgewinnung des Kartennutzers keine sonderliche Verbesserung gegenüber den (animierten) klassischen Choroplethenkarten darstellen.

In diesem Zusammenhang ist durchaus auch Potential für weitere Forschungen gegeben: So können beispielsweise in einer größeren Studie noch mehr Themenbereiche mittels kartographischer Anamorphosen, die auf verschiedensten Algorithmen basieren, aufbereitet und visualisiert werden, um das Potential dieser kartographischen Darstellungsformen bezüglich der inhaltlichen Informationsübertragung weiter zu analysieren. Ebenfalls können weitere Forschungen sich noch intensiver mit der Animation kartographischer Anamorphosen bezüglich Interaktivität beschäftigen, auf die im Zuge dieser Masterarbeit nicht näher eingegangen werden konnte.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [ARD-13] ARD MEDIATHEK: *Die Welt, wie sie wirklich ist – lebensnahe Kartographie*. <http://www.ardmediathek.de/das-erste/w-wie-wissen/die-welt-wie-sie-wirklich-ist-lebensnahe-kartografie?documentId=15340320>; Letzter Zugriff: 16.04.2014.
- [ARN-77] ARNBERGER E.: *Thematische Kartographie. Mit einer Kurzeinführung über Automation in der thematischen Kartographie*. Braunschweig, Westermann Verlag (Das Geographische Seminar). 1977, 231 S.
- [BOL-02] BOLLMANN J. und KOCH W.G.: *Lexikon der Kartographie und Geomatik: in zwei Bänden. – 2. Karto bis Z*. Heidelberg [u.a.], Spektrum Akademischer Verlag. 2002, 455 S.
- [BOL-77] BOLLMANN J.: *Probleme der kartographischen Kommunikation: Bedingungen und Funktionen kartographischer Zeichendarstellung und Zeichenwahrnehmung in Kommunikationsprozessen; quantitative Analyse syntaktischer Zeichenstrukturen*. Bonn / Bad Godesberg, Kirschbaum-Verlag. 1977, 140 S.
- [BOR-02] BORTINS I. und DEMERS S.: *Cartogram Types*.
<http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/CartogramCentral/types.html>; Letzter Zugriff: 23.10.2014.
- [BUR-09a] BURGDORF M.: *Kartogramme: Aus der Form geraten oder auf den Punkt gebracht?* In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 10/11. 2009, S. 689-699.
- [BUR-09b] BURGDORF M. und HUTER J.: *Eine alternative Methode zur Darstellung regionaler Strukturen am Beispiel der Arbeitslosigkeit*. In: Statistische Monatshefte Niedersachsen, Heft 12/2009. 2009, S. 610-618.
- [BUR-08] BURGDORF M.: *Verzerrungen von Raum und Wirklichkeit in der Bevölkerungskartographie*. In: Kartographische Nachrichten, Heft 5/08. 2008, S. 234-242.

- [BUZ-00] BUZIEK G.: *Theoretische Grundlagen der Gestaltung von Animationen und praktische Beispiele*. In: BUZIEK, DRANSCH und RASE (Hrsg., 2000): *Dynamische Visualisierung – Grundlagen und Anwendungsbeispiel für kartographische Animationen*. Berlin [u.a.], Springer Verlag. 2000, S. 15-40.
- [COR-11] CORBETT, J.: *Lou Skoda and J.C. Robertson: The Isodemographic Map of Canada, 1972*. <http://www.csiss.org/classics/content/27>; Letzter Zugriff: 29.12.2014.
- [DOR-96] DORLING D.: *Area Cartograms: Their Use and Creation*. Norwich, Geo Abstracts, University of East Anglia. 1996, 69 S.
- [DOR-95] DORLING D.: *Visualizing changing social structure from a census*. In: *Environment and Planning A*, Vol. 27. 1995, S. 353-378.
- [DOR-94] DORLING D.: *Cartograms for visualizing human geography*. In: UNWIN und HEARNshaw (Hrsg., 1994): *Visualization and GIS*. London, Belhaven Press. 1994, S. 85-102.
- [DOR-93] DORLING D.: *Map design for census mapping*. In: *The Cartographic Journal*, Vol. 30(2). 1993, S. 167-183.
- [DOU-85] DOUGENIK J.A., CHRISMAN, N.R. und NIEMEYER D.R.: *An algorithm to construct continuous area cartograms*. In: *Professional Geographer* 37 (1). 1985, S. 75-81.
- [DRA-00] DRANSCH D.: *Begriffe und Grundprinzipien der Animation*. In: BUZIEK, DRANSCH und RASE (Hrsg., 2000): *Dynamische Visualisierung – Grundlagen und Anwendungsbeispiele für kartographische Animationen*. Berlin [u.a.], Springer Verlag. 2000, S. 5-13.
- [DRA-97] DRANSCH D.: *Computer-Animation in der Kartographie: Theorie und Praxis*. Berlin [u.a.], Springer Verlag. 1997, 145 S.
- [DRA-95] DRANSCH D.: *Temporale und nontemporale Computer-Animation in der Kartographie*. Berlin, Selbstverlag Fachbereich Geowissenschaften der FU Berlin (Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen Band 15, Reihe C, Kartographie). 1995, 123 S.

- [ESP-04] ESPON PROJECT 1.2.1: *Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion*. Luxemburg, European Spatial Planning Observation Network. 2004, 482 S.
- [ESR-14] ESRI SUPPORT: *Cartogram Geoprocessing Tool version 2*.
<http://arcsripts.esri.com/details.asp?dbid=15638>; Letzter Zugriff: 15.09.2014.
- [FAI-95] FAIRBAIRN D. und TAYLOR G.: *Developing a variable-scale map projection for urban areas*. In: Computers and Geosciences, Vol. 21 (9). 1995, S. 1053-1064.
- [FIS-13] FISCHER WELTALMANACH 2014: *Der neue Fischer Weltalmanach 2014*. Frankfurt am Main, Fischer Verlag. 2013, 736 S.
- [FLO-05] FLORISSON S., VAN KREFELD M. und SPECKMANN B.: *Rectangular Cartograms: Construction & Animation*. In: Computational Geometry: Proceedings of the twenty-first annual symposium (SCG '05). 2005, S. 372-373.
- [GAS-04] GASTNER M.T. und NEWMAN M.E.J.: *Diffusion-based method for producing density-equalizing maps*. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Vol.101 (20). 2004, S. 7499-7504.
- [GER-90] GERSMEHL P.J.: *Choosing Tools: Nine Metaphors of Four-Dimensional Cartography*. In: Cartographic Perspectives No. 5. 1990, S. 3-16.
- [GPL-07] GENERAL PUBLIC LICENSE: *GNU General Public License*.
<http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>; Letzter Zugriff: 11.09.2014.
- [HAK-02] HAKE G., GRÜNREICH D. und MENG L.: *Kartographie - Visualisierung raum-zeitlicher Informationen*. Berlin [u.a.], Walter de Gruyter. 2002, 604 S.
- [HAR-09] HARROWER M.: *Cartographic Animation*. In: International Encyclopedia of Human Geography. 2009, S. 408-413.

- [HAR-87] HARTUNG J., ELPELT B. und KLÖSENER K.H.: *Statistik – Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik*. München, R. Oldenbourg Verlag. 1987, 975 S.
- [HEI-04] HEILMANN R., KEIM D.A., PANSE C. und SIPS M.: *RecMap: Rectangular Map Approximations*. In: IEEE Symposium on Information Visualization, Oct. 2004. 2004, S. 33-40.
- [HEN-13] HENNIG, B.D.: *Rediscovering the world: map transformations of human and physical space*. Berlin / Heidelberg, Springer Verlag. 2013, 266 S.
- [HEN-09] HENRIQUES R., BAÇAO F. und LOBO, V.: *Carto-SOM: cartogram creation using self-organizing maps*. In: International Journal of Geographical Information Science, Vol.23 (4). 2009, S. 483-511.
- [HOU-98] HOUSE D.H. und KOCCOUD C.J.: *Continuous Cartogram Construction*. In: Visualization '98: Proceedings of the conference, (VIS '98). 1998, S. 197-204.
- [INO-06] INOUE R. und SHIMIZU E.: *A New Algorithm for Continuous Area Cartogram Construction with Triangulation of Regions and Restriction on Bearing Changes of Edges*. In: Cartography and Geographic Information Science, Vol. 33 (2). 2006, S.115-125.
- [JAC-06] JÄCKEL D., NEUNREITHER S. und WAGNER F.: *Methoden der Computeranimation*. Berlin / Heidelberg, Springer Verlag. 2006, 374 S.
- [KAS-11] KASPAR S., FABRIKANT S.I. und FRECKMANN P.: *Empirical study of cartograms*. In: Proceedings of the 25th International Cartographic Conference, International Cartographic Association, July 3-8, 2011, Paris, France. 2011, 8 S.
- [KEI-05] KEIM D.A., NORTH S.C. und PANSE C.: *Medial-Axes-based Cartograms*. In: IEEE Computer Graphics and Applications, May-June 2005, Vol.25 (3). 2005, S. 60-68.
- [KRI-06] KRIZ K., CARTWRIGHT W., PUCHER A. und KINBERGER M.: *Kartographie als Kommunikationsmedium – Cartography as a Communication Medium*. Wien, Institut für Geographie und Regionalforschung der Universi-

- tät Wien, Kartographie und Geoinformation (Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie – Band 17). 2006, 308 S.
- [LIM-14a] LIME SURVEY, Features: *Features*. <https://www.limesurvey.org/de/ueber-limesurvey/features#>; Letzter Zugriff: 14.09.2014.
- [LIM-14b] LIME SURVEY: *LimeSurvey Lizenz-Richtlinien*. <https://www.limesurvey.org/de/ueber-limesurvey/lizenz>; Letzter Zugriff: 14.09.2014.
- [MAL-93] MALING D.H.: *Coordinate systems and map projections*. Oxford, Pergamon Press. 1993, 476 S.
- [NEU-15] NEUE STATISTIK: *Das Bestimmtheitsmaß*. http://web.neuestatistik.de/inhalte_web/content/MOD_37161/html/comp_37202.html; Letzter Zugriff: 03.02.2015.
- [NOV-12] NOVICE CARTOGRAPHY 197: *The World According to Ronald Reagan*. http://novicecartography197.files.wordpress.com/2012/02/reagan-digitised-poster_png-1.png; Letzter Zugriff: 31.10.2014 .
- [OUY-00] OUYANG M. und REVESZ P.: *Algorithms for cartogram animation*. In: Proceedings of the International Database Engineering and Application Symposium, September 2000. 2000, S. 231-235.
- [OYA-11] OYANA T.J., RUSHOMESA R.I. und BHATT L.M.: *Using diffusion-based cartograms für visual representation and exploratory analysis of plausible study hypotheses: the small and big belly effect*. In Journal of Spatial Science, Vol.56 (1). 2011, S. 103-120.
- [RAS-00] RASE W.D.: *Kartographische Animation zur Visualisierung von Raum und Zeit*. In: STROBL, BLASCHKE und GRIESEBNER (Hrsg., 2000): *Angeordnete Geographische Informationsverarbeitung XII – Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 2000*. Heidelberg, Wichmann Verlag. 2000, S. 419-429.
- [RAS-97a] RASE W.D.: *Kartographische Anamorphosen und verwandte nichtlineare Abbildungen für thematische Karten*. In: GRÜNREICH (Hrsg., 1997): *GIS und Kartographie im multimedialen Umfeld: Grundlagen, Anwendungen*

- und Entwicklungstrends (Kartographische Schriften – Band 2). Bonn, Kirschbaum Verlag. 1997, S. 83-89.
- [RAS-97b] RASE W.D.: *Fischaug-Projektionen als kartographische Lupen*. In: Salzburger Geographische Materialien, Heft 25. 1997, S. 115-122.
- [SAR-94] SARKAR M. und BROWN M.H.: *Graphical Fisheye Views*. In: Communication of the ACM, Vol. 37 (12). 1994, S. 73-83.
- [SHI-09] SHIMIZU E. und INOUE R.: *A new algorithm for distance cartogram construction*. In: International Journal of Geographical Information Science, Vol. 23 (11). 2009, S. 1453-1470.
- [SLO-05] SLOCUM T.A., MCMASTER R.B., KESSLER F.C. und HOWARD H.H.: *Thematic Cartography and Geographic Visualization*. Upper Saddle River (NJ), Pearson Prentice Hall. 2005, 518 S.
- [SNY-87] SNYDER J.P.: „*Magnifying-Glass*“ *Azimuthal Map Projections*. In: The American Cartographer, Vol. 14 (1). 1987, S. 61-68.
- [SPI-14] SPIEKERMANN K. und WEGENER M.: *Zeitkarten*.
<http://www.spiekermann-wegener.com/mod/time/time.htm>; Letzter Zugriff: 06.11.2014.
- [SPI-93] SPIEKERMANN K. und WEGENER M.: *Zeitkarten für die Raumplanung*. Arbeitspapier 117. Dortmund, Institut für Raumplanung, Universität Dortmund. 1993, 45 S.
- [SUN-10] SUN H. und LI Z.: *Effectiveness of Cartogram for the Representation of Spatial Data*. In: The Cartographic Journal, Vol. 47(1). 2010, S. 12-21.
- [TOB-02] TOBLER W.: *Thirty Five Years of Computer Cartograms*. In: Annals of the Association of American Geographers 94 (1), 2004. 2002, S. 58-73.
- [TOB-86] TOBLER W.: *Pseudo-Cartograms*. In: The American Cartographer 13 (1). 1986, S. 43-50. Online abgerufen:
<https://www.cg.tuwien.ac.at/courses/Visualisierung/2004-2005/Beispiel1/Deix/pseudo.pdf>; Letzter Zugriff: 24.01.2015.
- [TOB-73] TOBLER W.: *A Continuous Transformation Useful for Districting*. In: Annals of the New York Academy of Sciences 219. 1973, S. 215-220.

- [UNO-14a] UNITED NATIONS – Department of Economic and Social Affairs: *World Population Prospects: The 2012 Revision*. <http://esa.un.org/wpp/Excel-Data/population.htm>; Letzter Zugriff: 15.09.2014.
- [UNO-14b] UNITED NATIONS – Statistics Division: *Composition of macro geographical (continental) regions, geographical sub-regions, and selected economic and other groupings*. <http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49regin.htm>; Letzter Zugriff: 29.09.2014.
- [VAN-04] VAN KREFELD M. und SPECKMANN B.: *On Rectangular Cartograms*. In: *Computational Geometry: Theory and Applications*, Vol.37 (3), 2007. 2004, S. 175-187.
- [WEI-08] WEICHHART P.: *Entwicklungslinien der Sozialgeographie. Von Hans Bobek bis Benno Werlen*. Stuttgart, Franz Steiner Verlag. 2008, 439 S.
- [WOR-14a] WORLDBANK: *Data*. <http://data.worldbank.org/german>; Letzter Zugrif: 15.09.2014.
- [WOR-14b] WORLDMAPPER – Startseite: *Worldmapper – The world as you've never seen it before*. <http://www.worldmapper.org>; Letzter Zugriff: 29.10.2014.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Bedeutung und Stellung des Themas innerhalb der Kartographie	4
Abb. 2: Aufbau der Masterarbeit.....	8
Abb. 3: Vergleich – Basiskarte Europas und distanzproportionale Anamorphose bezogen auf die Eisenbahnreisezeiten im Jahr 1993 [aus SPI-14]	14
Abb. 4: Kombination einer kartographischen Anamorphose mit ursprünglichen, auf einer Platkarte dargestellten Staatsgrenzen	18
Abb. 5: Zusammenhängende Anamorphose – Geburtenrate pro 1000 Personen (2012)	19
Abb. 6: Gegenüberstellung einer überlappenden und einer nicht-überlappenden zusammenhängende Anamorphose [aus BOR-02]	21
Abb. 7: Kreisanamorphose – Bevölkerungsverteilung in den USA (1990) [aus DOR-96, S.16]	22
Abb. 8: Rechteckige Anamorphose – Layout für Europa ohne thematische Verzerrung [aus FLO-05, S.372]	24
Abb. 9: Rechteckige Anamorphose – Verteilung der indigenen Bevölkerung in den USA [aus VAN-04, S.185]	25
Abb. 10: Die Europäische Union (15) aus der Sicht der einzelnen Mitgliedsstaaten [aus RAS-97b, S.116]	27
Abb. 11: „The World According to Ronald Reagan“ [aus NOV-12].....	28
Abb. 12: Kartographischer Lupeneffekt mit dem Fokuspunkt in Bonn [aus RAS- 97b, S.119]	33
Abb. 13: Auswirkungen des Vergrößerungsfaktors im Lupeneffekt auf die Abbildung [aus RAS-97b, S.118]	34
Abb. 14: Kartographischer Lupeneffekt mit zwei Fokuspunkten in Bonn und Berlin [aus RAS-97b, S.120].....	36
Abb. 15: Originaler Kartenausschnitt rund um die University of Newcastle [aus FAI-95, S.1057]	38
Abb. 16: Nach einer hyperbolischen Projektion verzerrter Kartenausschnitt rund um die University of Newcastle [aus FAI-95, S.1058].....	39

Abb. 17: Isodemographische Abbildung der absoluten Bevölkerungszahlen (2010)	40
Abb. 18: Kartographische Anamorphose – Prozentueller Anteil der Waldfläche an der Gesamtfläche eines Staates (2011)	41
Abb. 19: Eisenbahnreisezeiten im Jahr 1840 aus der Perspektive Dortmunds [aus SPI-14]	42
Abb. 20: Erwartete Eisenbahnreisezeiten im Jahr 2020 aus der Perspektive Dortmunds [aus SPI-14]	42
Abb. 21: Isodemographische Karte der USA nach der „Rubber-Map“-Methode [aus TOB-73, S.217]	45
Abb. 22: Verlauf einer Iteration nach dem Algorithmus von Dougenik et al. [aus RAS-97a, S.84]	47
Abb. 23: Ablauf einer Polygonpositionierung nach Dorling [aus DOR-94, S.89]	49
Abb. 24: Grundlegendes Prinzip eines Diffusionsprozesses [aus HEN-13, S.28]	50
Abb. 25: Screenshot von der Startseite des Worldmapper-Projekts [WOR-14b]	51
Abb. 26: Kartographische Anamorphose (Gastner/Newman) – Prozentueller Anteil von Atomstrom an der Gesamtstromproduktion (2011)	52
Abb. 27: Zusammenspiel der Animationskomponenten [modifiziert nach DRA-95, S.22]	61
Abb. 28: Vergleich zwischen Warping (oben) und Morphing (unten) [aus JAC-06, S.90]	64
Abb. 29: Isodemographische Darstellung auf globaler Ebene (2010)	66
Abb. 30: Herkunft der Flüchtlinge auf globaler Ebene (2012)	67
Abb. 31: Ablauf des kartographischen Kommunikationsprozesses [modifiziert nach BOL-02, S.28]	71
Abb. 32: Aufbau der Online-Befragung	76
Abb. 33: Workflow der Forschungsstudie	77
Abb. 34: Geometriedaten für das Jahr 2012	79
Abb. 35: Dialogfenster des Cartogram Geoprocessing Tools in ArcMap	82
Abb. 36: Graphical User Interface von FantaMorph	85
Abb. 37: Geschlechterverhältnis der Probanden (101 Probanden, absolut)	87
Abb. 38: Altersstruktur der Probanden (101 Probanden, absolut)	88

Abb. 39: Ausbildungsstand der Probanden (101 Probanden, absolut)	89
Abb. 40: Bekanntheitsanalyse (101 Probanden, relativ).....	90
Abb. 41: Kartographische Anamorphose – Absolute Bevölkerungszahlen (2012).....	91
Abb. 42: Klassische Choroplethenkarte – Absolute Bevölkerungszahlen (2012)	92
Abb. 43: Semantisches Differential – Gesamtbewertung der kartographischen Anamorphose und der klassischen Choroplethenkarte.....	93
Abb. 44: Semantisches Differential – Bewertungen der kartographischen Anamorphose nach männlichen und weiblichen Testpersonen.....	95
Abb. 45: Semantisches Differential – Bewertung der klassischen Choroplethenkarte nach männlichen und weiblichen Testpersonen.....	96
Abb. 46: Kartographische Anamorphose – Geburtenrate (2012)	98
Abb. 47: Klassische Choroplethenkarte – Geburtenrate (2012).....	98
Abb. 48: Brauchbarkeitsanalyse – Geburtenrate (2012)	99
Abb. 49: Präferenzen der Probanden hinsichtlich einer besseren Interpretation des dargestellten Themas – Geburtenrate (2012)	100
Abb. 50: Kartographische Anamorphose – Internet User (2013).....	101
Abb. 51: Klassische Choroplethenkarte – Internet User (2013).....	102
Abb. 52: Brauchbarkeitsanalyse – Internet User (2013)	103
Abb. 53: Präferenzen der Probanden hinsichtlich einer besseren Interpretation des dargestellten Themas – Internet User (2013)	104
Abb. 54: Kartographische Anamorphose – Waldanteil (2011).....	106
Abb. 55: Kombination einer kartographischen Anamorphose mit einer klassischen Choroplethenkarte – Waldanteil (2011).....	107
Abb. 56: Klassische Choroplethenkarte – Waldanteil (2011)	107
Abb. 57: Ergebnisse der Interpretation – Kartographische Anamorphose und klassische Choroplethenkarte	108
Abb. 58: Interpretation der Ergebnisse – Kombinierte kartographische Anamorphose und Animation.....	109
Abb. 59: Präferenzen der Probanden zur Verbesserung der inhaltlichen Interpretation.....	112
Abb. 60: Kartographische Anamorphose – Herkunft der Flüchtlinge (2012)	114

Abb. 61: Klassische Choroplethenkarte – Herkunft der Flüchtlinge (2012)	114
Abb. 62: Ergebnisse der Interpretation – Animierte kartographische Anamorphose und animierte klassische Choroplethenkarte	115

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Wesentliche Vor- und Nachteile kartographischer Anamorphosen	69
Tab. 2: Waldanteil in Prozent der Gesamtfläche anhand der ausgewählten Erdteile und Regionen	106
Tab. 3: Detaillierte Ergebnisse zur inhaltlichen Interpretation (Waldanteil 2011).....	110
Tab. 4: Antwortsicherheit – Auswahl der Option „Unsicher“ in Prozent (Waldanteil 2011)	111
Tab. 5: Entwicklung der Flüchtlingszahlen im Zeitraum von 1993 bis 2012 nach den Herkunftsregionen	113
Tab. 6: Detaillierte Ergebnisse zur Interpretation der animierten kartographischen Darstellungsformen (Herkunft der Flüchtlinge 1993- 2012).....	116
Tab. 7: Antwortsicherheit – Auswahl der Option „Unsicher“ in Prozent (Herkunft der Flüchtlinge 1993 – 2012)	117
Tab. 8: Durchschnittlicher Zeitbedarf zur Beantwortung der Fragen in Block 1	118
Tab. 9: Durchschnittlicher Zeitbedarf zur Beantwortung der Fragen in Block 2 – Teil 1	119
Tab. 10: Durchschnittlicher Zeitbedarf zur Beantwortung der Fragen in Block 2 – Teil 2	119

Anhang

Die folgenden Screenshots zeigen den eingesetzten Online-Fragebogen, wobei hier auch alle Filterfragen zu sehen sind.

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Die Ihnen nun vorliegende Online-Umfrage ist ein wesentlicher Bestandteil meiner Masterarbeit mit dem Arbeitstitel "Animierte kartographische Anamorphosen - Das Potential verzerrter Ansichten der Erde für ein besseres Verständnis komplexer räumlicher Zusammenhänge" und wird am Institut für Geographie und Regionalforschung, Fachbereich Kartographie und Geoinformation, der Universität Wien verfasst.

Durch die daraus gewonnenen Erkenntnisse soll eine Antwort auf die Frage gefunden werden, welche positiven und/oder negativen Auswirkungen kartographische Anamorphosen und deren Animation im Vergleich zu klassischen Choroplethenkarten auf die Erkenntnisgewinnung der Kartennutzer haben! Die Dauer der Befragung beträgt ca. 20 Minuten, wobei Ihre Angaben selbstverständlich anonym und vertraulich behandelt werden!

Ich danke Ihnen herzlich für Ihre Bereitschaft zur Teilnahme und stehe Ihnen für weitere Fragen und Informationen gerne zur Verfügung!

Christoph Kubasa
christoph.kubasa@aon.at

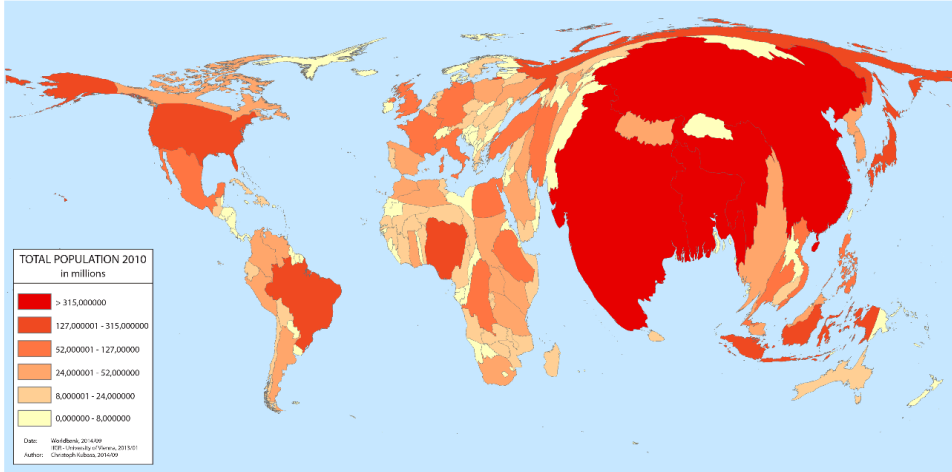
Diese Umfrage enthält 24 Fragen.

* **1) Ist Ihnen der Begriff "Anamorphose" bekannt?**

☐ Ja ☐ Nein

1a) Nennen Sie jene Bereiche, mit denen Sie Anamorphosen in Verbindung bringen!

* **2a) Betrachten Sie die folgende kartographische Darstellungsform (kartographische Anamorphose) und bewerten Sie diese mithilfe der angehängten Skalenreihe!**



TOTAL POPULATION 2010
in millions

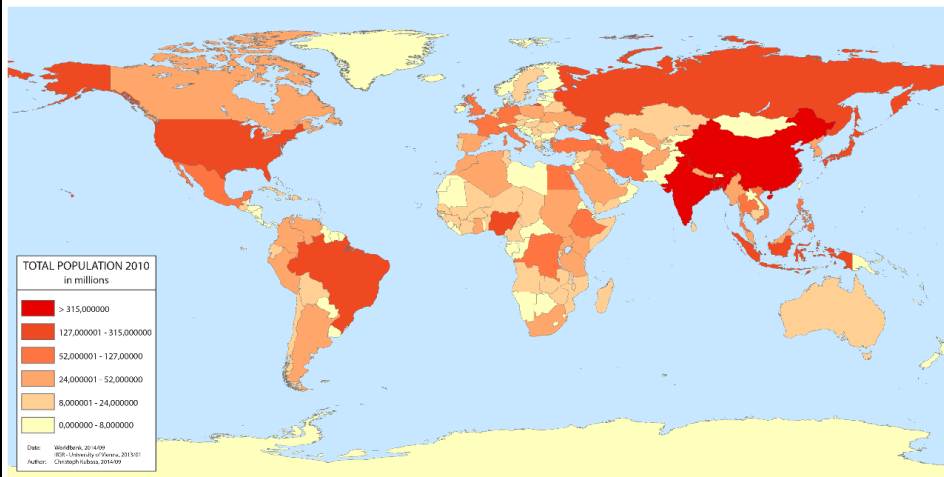
	> 315,000,000
	127,000,001 - 315,000,000
	52,000,001 - 127,000,000
	24,000,001 - 52,000,000
	8,000,001 - 24,000,000
	0,000,000 - 8,000,000

Date: WebBank, 26.11.09
Proj: University of Vienna, 2011/12
Author: Christoph Kubasa, 2014/09

Anmerkung: Wählen Sie im untenstehenden Polaritätsprofil jene Behauptung aus, die Sie mit der vorgelegten kartographischen Darstellungsform am ehesten in Verbindung bringen. Wenn Sie einer Behauptung stark zustimmen, wählen Sie bitte jenes Kästchen auf der dargestellten Skala aus, das dem Begriff am nächsten steht. Sollten Sie unentschieden sein, wählen Sie das Auswahlkästchen in der Mitte aus!

	1	2	3	4	5	
Ästhetisch	☐	☐	☐	☐	☐	Unästhetisch
Harmonisch	☐	☐	☐	☐	☐	Unharmonisch
Ruhig	☐	☐	☐	☐	☐	Unruhig
Originell	☐	☐	☐	☐	☐	Gewöhnlich
Vertraut	☐	☐	☐	☐	☐	Fremd
Anziehend	☐	☐	☐	☐	☐	Abstoßend
Interessant	☐	☐	☐	☐	☐	Uninteressant
Experimentell	☐	☐	☐	☐	☐	Traditionell
Brauchbar	☐	☐	☐	☐	☐	Unbrauchbar
Kunst	☐	☐	☐	☐	☐	Kartographie

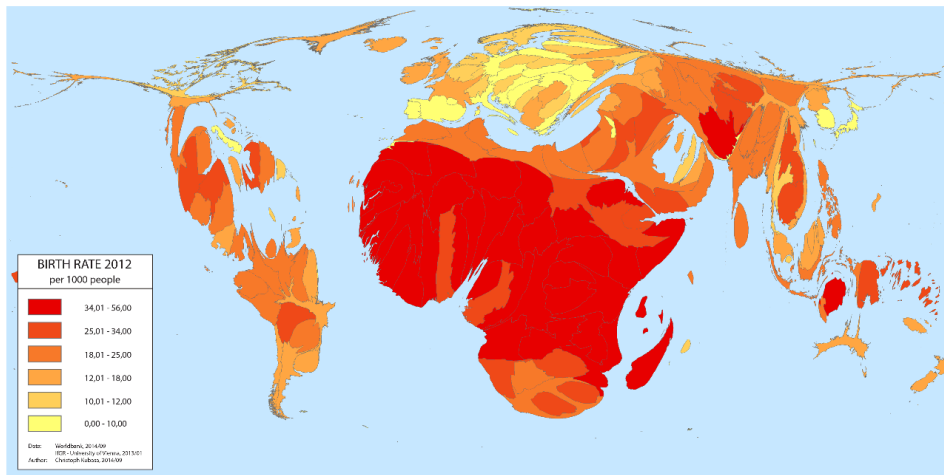
2b) Betrachten Sie die folgende kartographische Darstellungsform (Choroplethenkarte) und bewerten Sie diese mithilfe der angehängten Skalenreihe!



Anmerkung: Wählen Sie im untenstehenden Polaritätsprofil jene Behauptung aus, die Sie mit der vorgelegten kartographischen Darstellungsform am ehesten in Verbindung bringen. Wenn Sie einer Behauptung stark zustimmen, wählen Sie bitte jenes Kästchen auf der dargestellten Skala aus, das dem Begriff am nächsten steht. Sollten Sie unentschieden sein, wählen Sie das Auswahlkästchen in der Mitte aus!

	1	2	3	4	5	
Ästhetisch	☐	☐	☐	☐	☐	Unästhetisch
Harmonisch	☐	☐	☐	☐	☐	Unharmonisch
Ruhig	☐	☐	☐	☐	☐	Unruhig
Originell	☐	☐	☐	☐	☐	Gewöhnlich
Vertraut	☐	☐	☐	☐	☐	Fremd
Anziehend	☐	☐	☐	☐	☐	Abstoßend
Interessant	☐	☐	☐	☐	☐	Uninteressant
Experimentell	☐	☐	☐	☐	☐	Traditionell
Brauchbar	☐	☐	☐	☐	☐	Unbrauchbar
Kunst	☐	☐	☐	☐	☐	Kartographie

3a) Betrachten Sie die folgende kartographische Darstellung (kartographische Anamorphose) zum Thema "Geburtenrate pro 1000 Personen im Jahr 2012". Sind Sie der Meinung, dass dadurch das gezeigte Thema verständlich dargestellt wird?



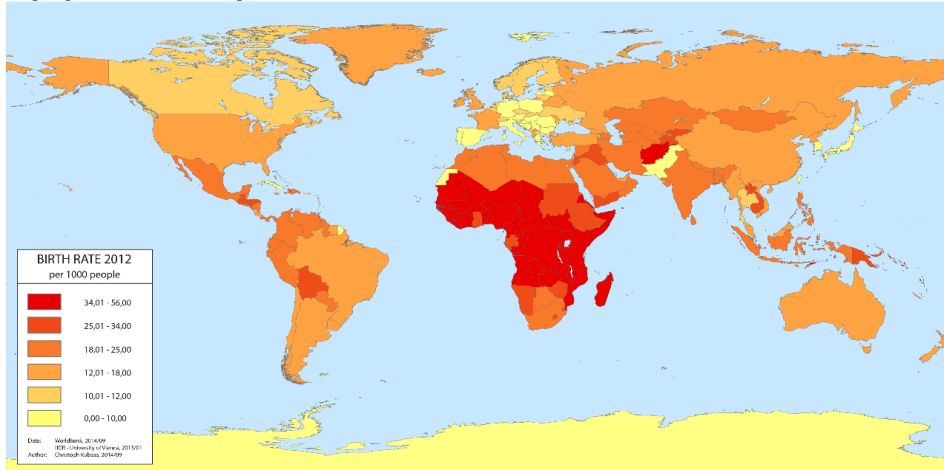
Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte auswählen...

Nennen Sie die Gründe für Ihre Entscheidung (Stichworte)!

>
 <

3b) Betrachten Sie die folgende kartographische Darstellung (Choroplethenkarte) zum Thema "Geburtenrate pro 1000 Personen im Jahr 2012". Sind Sie der Meinung, dass dadurch das gezeigte Thema verständlich dargestellt wird?



Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

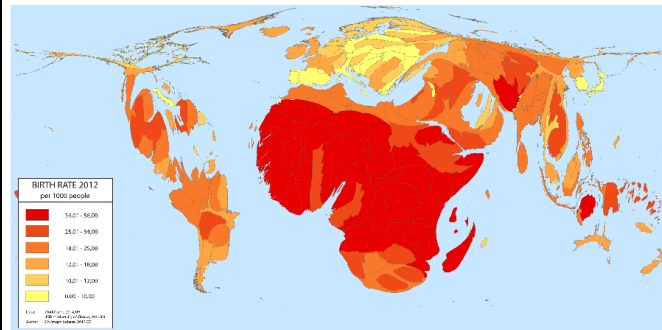
Bitte auswählen...

Nennen Sie die Gründe für Ihre Entscheidung (Stichworte)!

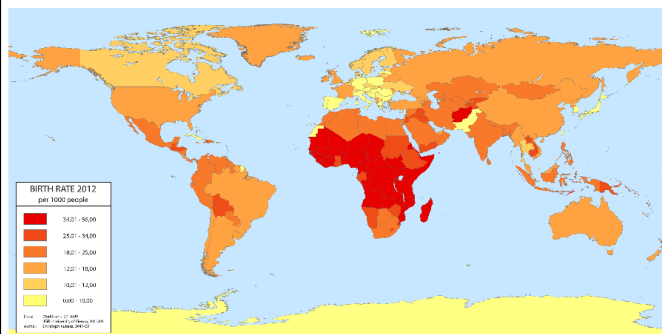
>
 <

*
3c) Betrachten Sie die beiden kartographischen Darstellungen zum Thema "Geburtenrate pro 1000 Personen im Jahr 2012"! Wählen Sie im untenstehenden Auswahlmenu jene aus, die Sie bevorzugen würden um das dargestellte Thema besser interpretieren zu können!

1 - Kartographische Anamorphose



2 - Choroplethenkarte



Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte auswählen..

*
3d) Betrachten Sie die folgende kartographische Darstellung (kartographische Anamorphose) zum Thema "Anteil der Internet User pro 100 Personen im Jahr 2013". Sind Sie der Meinung, dass dadurch das gezeigte Thema verständlich dargestellt wird?

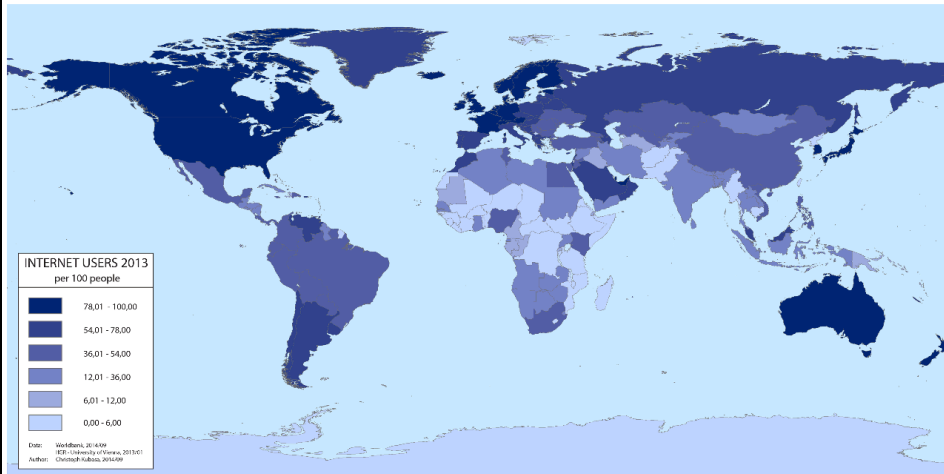


Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte auswählen..

Nennen Sie die Gründe für Ihre Entscheidung (Stichworte)!

3e) Betrachten Sie die folgende kartographische Darstellung (Choroplethenkarte) zum Thema "Anteil der Internet User pro 100 Personen im Jahr 2013". Sind Sie der Meinung, dass dadurch das gezeigte Thema verständlich dargestellt wird?



Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte auswählen...

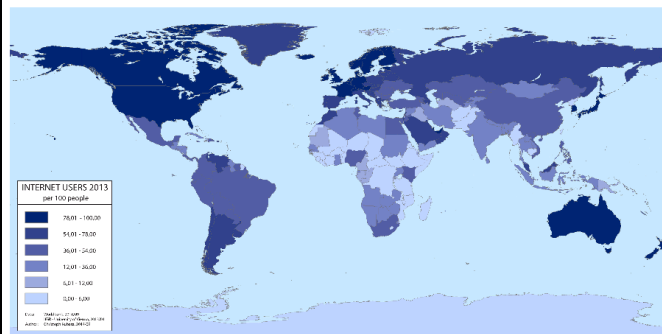
Nennen Sie die Gründe für Ihre Entscheidung (Stichworte)!

3f) Betrachten Sie die beiden kartographischen Darstellungen zum Thema "Anteil der Internet User pro 100 Personen im Jahr 2013"! Wählen Sie im untenstehenden Auswahlmü jene aus, die Sie bevorzugen würden um das dargestellte Thema besser interpretieren zu können!

1 - Kartographische Anamorphose



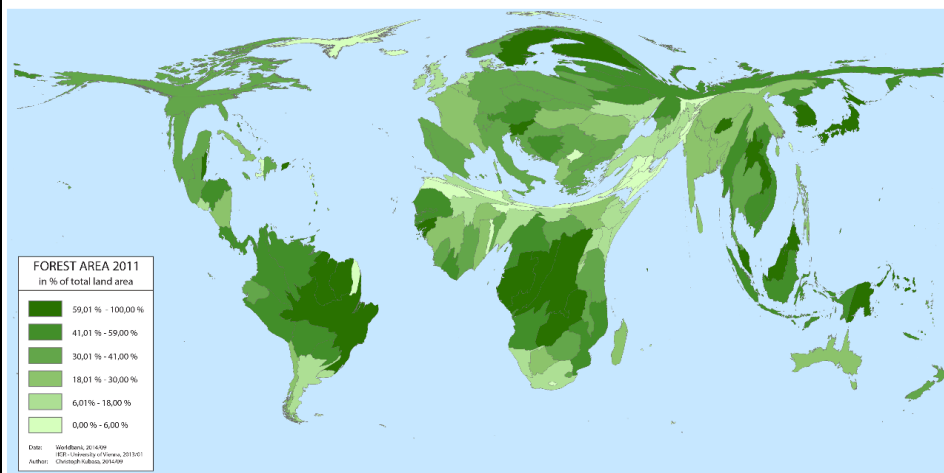
2 - Choroplethenkarte



Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

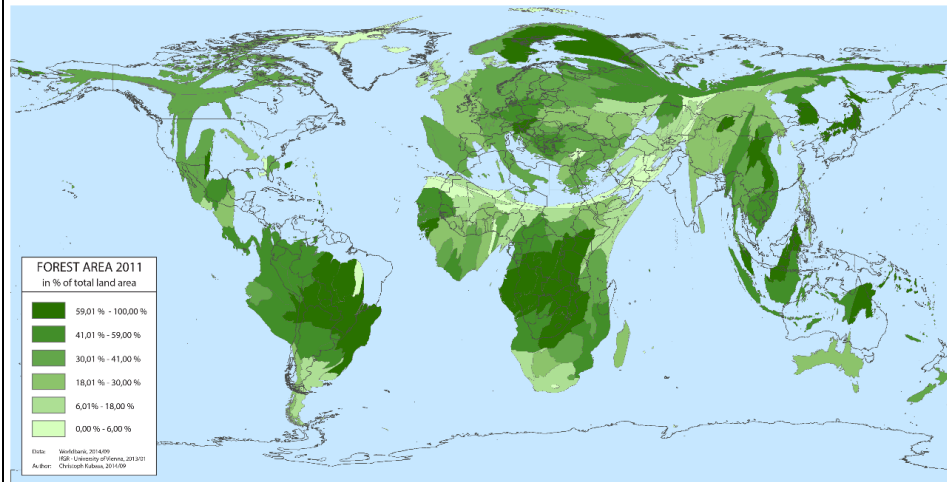
Bitte auswählen.. ▼

4a) Betrachten Sie die folgende kartographische Anamorphose zum Thema "Prozentueller Anteil der Waldfläche bezogen auf die Gesamtfläche eines Staates im Jahr 2011" und wählen Sie im untenstehenden Auswahlmenü jene Aussagen aus, die Ihrer Meinung nach in diesem Beispiel zutreffen!



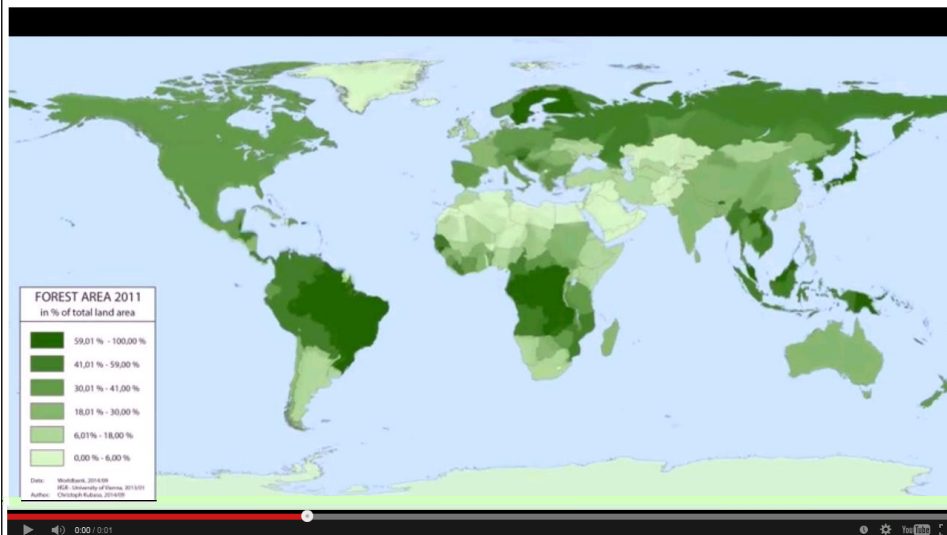
	Hoher Anteil an Waldfläche	Eher hoher Anteil an Waldfläche	Eher geringer Anteil an Waldfläche	Geringer Anteil an Waldfläche	Unsicher
Nordafrika	☐	☐	☐	☐	☐
Südostasien	☐	☐	☐	☐	☐
Australien	☐	☐	☐	☐	☐
Mitteleuropa	☐	☐	☐	☐	☐
Zentralafrika	☐	☐	☐	☐	☐
Nordamerika	☐	☐	☐	☐	☐
Zentralasien	☐	☐	☐	☐	☐
Nordeuropa	☐	☐	☐	☐	☐
Naher Osten	☐	☐	☐	☐	☐
Südamerika	☐	☐	☐	☐	☐

4b) Betrachten Sie die folgende kartographische Anamorphose zum Thema "Prozentueller Anteil der Waldfläche bezogen auf die Gesamtfläche eines Staates im Jahr 2011" und wählen Sie im untenstehenden Auswahlmenü jene Aussagen aus, die Ihrer Meinung nach in diesem Beispiel zutreffen!



	Hoher Anteil an Waldfläche	Eher hoher Anteil an Waldfläche	Eher geringer Anteil an Waldfläche	Geringer Anteil an Waldfläche	Unsicher
Südostasien	☐	☐	☐	☐	☐
Mitteleuropa	☐	☐	☐	☐	☐
Nordamerika	☐	☐	☐	☐	☐
Nordeuropa	☐	☐	☐	☐	☐
Südamerika	☐	☐	☐	☐	☐
Nordafrika	☐	☐	☐	☐	☐
Australien	☐	☐	☐	☐	☐
Zentralafrika	☐	☐	☐	☐	☐
Zentralasien	☐	☐	☐	☐	☐
Naher Osten	☐	☐	☐	☐	☐

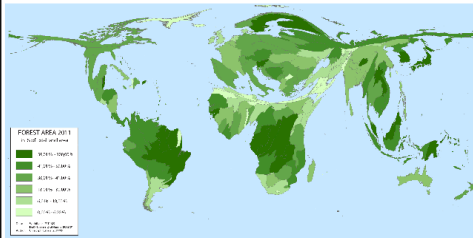
4c) Betrachten Sie die folgende Animation zum Thema "Prozentueller Anteil der Waldfläche bezogen auf die Gesamtfläche eines Staates im Jahr 2011" und wählen Sie im untenstehenden Auswahlmenü jene Aussagen aus, die Ihrer Meinung nach in diesem Beispiel zutreffen!



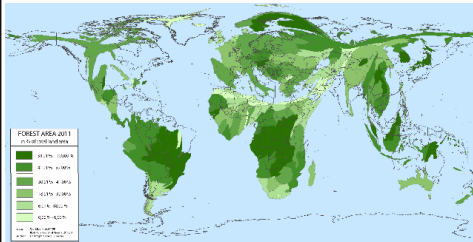
	Hoher Anteil an Waldfläche	Eher hoher Anteil an Waldfläche	Eher geringer Anteil an Waldfläche	Geringer Anteil an Waldfläche	Unsicher
Australien	☐	☐	☐	☐	☐
Nordamerika	☐	☐	☐	☐	☐
Naher Osten	☐	☐	☐	☐	☐
Südostasien	☐	☐	☐	☐	☐
Zentralafrika	☐	☐	☐	☐	☐
Südamerika	☐	☐	☐	☐	☐
Nordafrika	☐	☐	☐	☐	☐
Nordeuropa	☐	☐	☐	☐	☐
Mitteleuropa	☐	☐	☐	☐	☐
Zentralasien	☐	☐	☐	☐	☐

4d) Welche der zuvor gezeigten kartographischen Darstellungen hat Ihnen die Interpretation des dargestellten Themas am ehesten erleichtert?

1 - Kartographische Anamorphose



2 - Kombination von kartographischer Anamorphose und Choroplethenkarte



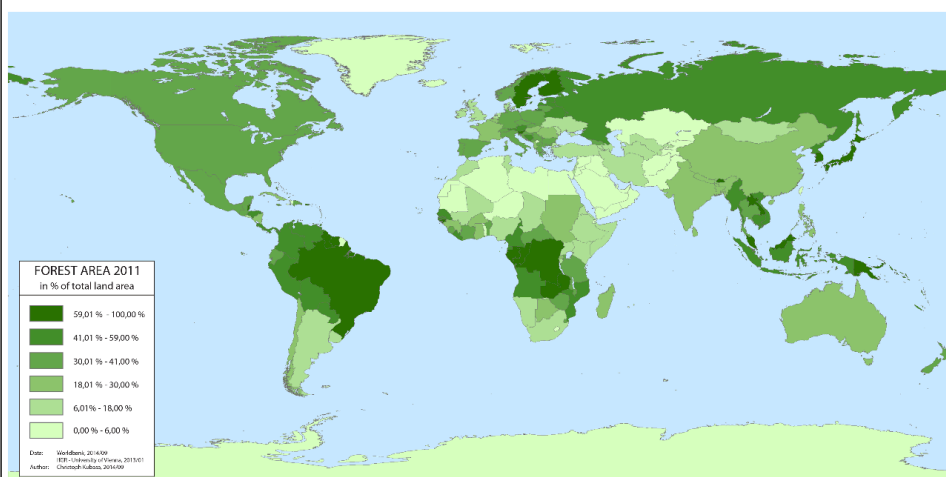
3 - Animation von Choroplethenkarte zu Anamorphose



Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

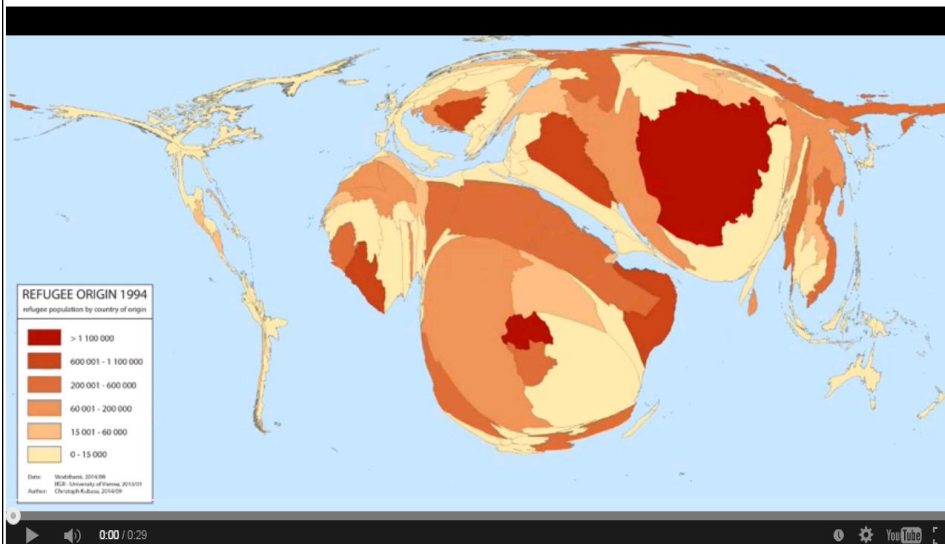
Bitte auswählen..

4e) Betrachten Sie die folgende Choroplethenkarte zum Thema "Prozentueller Anteil der Waldfläche bezogen auf die Gesamtfläche eines Staates im Jahr 2011" und wählen Sie im untenstehenden Auswahlfeld jene Aussagen aus, die Ihrer Meinung nach in diesem Beispiel zutreffen!



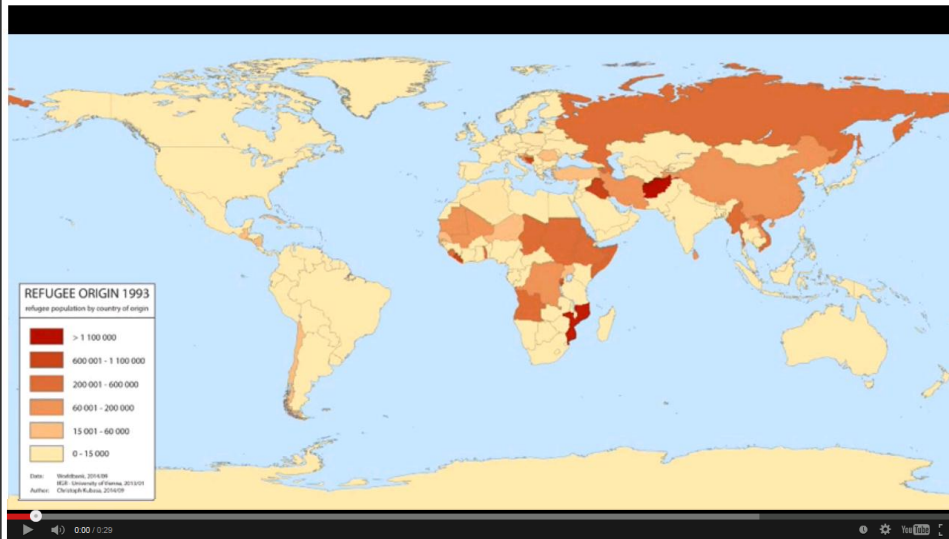
	Hoher Anteil an Waldfläche	Eher hoher Anteil an Waldfläche	Eher geringer Anteil an Waldfläche	Geringer Anteil an Waldfläche	Unsicher
Nordamerika	☐	☐	☐	☐	☐
Südostasien	☐	☐	☐	☐	☐
Südamerika	☐	☐	☐	☐	☐
Nordafrika	☐	☐	☐	☐	☐
Mitteleuropa	☐	☐	☐	☐	☐
Australien	☐	☐	☐	☐	☐
Naher Osten	☐	☐	☐	☐	☐
Zentralafrika	☐	☐	☐	☐	☐
Nordeuropa	☐	☐	☐	☐	☐
Zentralasien	☐	☐	☐	☐	☐

5a) Betrachten Sie die folgende Animation zum Thema "Herkunft der Flüchtlinge im Zeitraum 1993 bis 2012" und wählen Sie im untenstehenden Auswahlménü jene Aussagen aus, die Ihrer Meinung nach in diesem Beispiel zutreffen!



	Stabil hohe Flüchtlingszahlen	Eher steigende Flüchtlingszahlen	Schwankend	Eher sinkende Flüchtlingszahlen	Stabil niedrige Flüchtlingszahlen	Unsicher
Nordamerika	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Zentralafrika	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Westeuropa	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Südamerika	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Australien	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Zentralasien	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Naher Osten	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ostasien	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nordafrika	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Südosteuropa	☐	☐	☐	☐	☐	☐

*
5b) Betrachten Sie die folgende Animation zum Thema "Herkunft der Flüchtlinge im Zeitraum 1993 bis 2012" und wählen Sie im untenstehenden Auswahlmenü jene Aussagen aus, die Ihrer Meinung nach in diesem Beispiel zutreffen!



	Stabil hohe Flüchtlingzahlen	Eher steigende Flüchtlingzahlen	Schwankend	Eher sinkende Flüchtlingzahlen	Stabil niedrige Flüchtlingzahlen	Unsicher
Westeuropa	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Zentralasien	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nordafrika	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Zentralafrika	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Australien	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ostasien	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nordamerika	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Südosteuropa	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Südamerika	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Naher Osten	☐	☐	☐	☐	☐	☐

*
Zu guter Letzt bitte ich Sie noch, ein paar statistische Fragen zu Ihrer Person zu beantworten!

6a) Geschlecht?

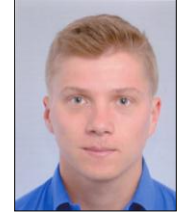
☐ weiblich ☐ männlich

* 6b) In welchem Jahr sind Sie geboren?

* 6c) Ihre höchste abgeschlossene Schulbildung?
Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Hochschule / Universität
- ☐ Fachschule mit Matura
- ☐ Fachschule ohne Matura
- ☐ Lehre
- ☐ Pflichtschule
- ☐ Sonstiges

Curriculum Vitae



Persönliche Daten

Vor- und Nachname: Christoph Kubasa
Akademischer Grad: Bachelor of Science (BSc)
Geburtsdatum: 22. November 1989
Geburtsort: Leoben
Staatsangehörigkeit: Österreich

Schul Ausbildung und Studium

1996 - 2000: Toni Schruf Volksschule Mürzzuschlag
2000 - 2008: Bundesgymnasium Mürzzuschlag
06/2008: Reifeprüfung mit gutem Erfolg
07/2008 – 03/2009: Zivildienst bei Caritas Graz
2009 - 2013: Bachelorstudium Geographie an der Universität Wien
02/2013: Abschluss Bachelorstudium (BSc)
Titel der Bachelorarbeit: „*Manipulative Kartographie*“
Seit 02/2013: Masterstudium Kartographie und Geoinformation an der
Universität Wien

Fachbezogene berufliche Erfahrungen

08-09/
2011, 2012, 2013: Berufspraktikum bei „Vermessung Sommer ZT GmbH“ –
Standort Mürzzuschlag
03 – 07/2013: Tutor am Institut für Geographie und Regionalforschung an der
Universität Wien – Lehrveranstaltung: „*Proseminar Methoden
der GIS-gestützten Datenerfassung*“

07 – 09/2013: Projektarbeit für den Alumniverband der Universität Wien:
Grundlagen zur Erstellung einer interaktiven Alumni Map

Sonstige Erfahrungen

08/

2006, 2007, 2009, 2010: Berufspraktikum bei „Teerag Asdag AG“ –
Standort Müzzzuschlag

04 – 06/2009: Unterrichtstätigkeit beim Sozialprojekt „Associacao Gisela
Wisniewski“ in Parajuru, Ceará, Brasilien

Weitere Qualifikationen

Sprachkenntnisse

Deutsch:	Muttersprache
Englisch:	Fließend in Wort und Schrift
Französisch:	Fließend in Wort und Schrift
Portugiesisch:	Grundkenntnisse

Software

ESRI ArcGIS:	Sehr gute Kenntnisse
Quantum GIS:	Sehr gute Kenntnisse
Grass GIS:	Grundkenntnisse
ERDAS Imagine:	Sehr gute Kenntnisse
Adobe Photoshop:	Sehr gute Kenntnisse
Adobe Illustrator:	Sehr gute Kenntnisse

Programmierung

Python:	Grundkenntnisse
JavaScript:	Grundkenntnisse

Sonstige Kenntnisse

HTML:	Gute Kenntnisse
CSS:	Gute Kenntnisse

Wien, Jänner 2015

Ich versichere:

- dass ich die Masterarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- dass alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Publikationen entnommen sind, als solche kenntlich gemacht sind.
- dass ich dieses Masterarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/ einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.
- dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Ort, Datum

Unterschrift