

EMPIRISCHE STUDIE ÜBER KARTENANAMORPHOSEN

DIPLOMARBEIT

an der

HOCHSCHULE KARLSRUHE – TECHNIK UND WIRTSCHAFT

Fakultät für Geomatik – Studiengang Kartographie und Geomatik

Studienschwerpunkt Geomatik

Zur Erlangung des akademischen Grades eines

Dipl.-Ing. [FH] für Kartographie und Geomatik

Eingereicht von

Silvan Luis **KASPAR**

Leiter der Diplomarbeit: Prof. Dr. Peter FRECKMANN [HS Karlsruhe]

Zweite Prüferin: Prof. Dr. Sara I. FABRIKANT [Universität Zürich]

Karlsruhe | Zürich, 30. September 2010

Aufgabenstellung

Aufgabenblatt für die Diplomarbeit

von

Silvan Luis **KASPAR**

an der

HOCHSCHULE KARLSRUHE – TECHNIK UND WIRTSCHAFT

Fakultät für Geomatik – Studiengang Kartographie und Geomatik

Studienschwerpunkt Geomatik

in Zusammenarbeit mit der

UNIVERSITÄT ZÜRICH

Mathematisch–naturwissenschaftliche Fakultät – Institut für Geographie

Geographische Informationsvisualisierung und Analyse [GIVA]

Thema: **Empirische Studie über Kartenanamorphen**

Aufgaben: Der Kartograph gilt seit jeher als graphischer Vermittler von Informationen. Seine Aufgabe ist das prägnante Darstellen komplexer Sachverhalte in topographischer wie thematischer Hinsicht. Aufgrund von durchgeführten Studien ist bekannt, wie unterschiedliche Zielgruppen auf die dargestellte Information reagieren, welche Randangaben notwendig sind, oder welches Farbschema bevorzugt zu verwenden ist. Dadurch wird der Nutzer beim Lesen und Interpretieren zusätzlich unterstützt und so können immer komplexere Inhalte den Weg in eine Karte finden. Diese Möglichkeit verlangt aber auch das Beschreiten neuer, unbekannter Wege bezüglich der Darstellungsmethoden. Eine davon ist die Kartenanamorphenose. Ziel der Diplomarbeit ist es, die Interpretierfähigkeit von herkömmlichen Karten im Vergleich zu Kartenanamorphenosen empirisch zu untersuchen.

Dabei sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- | Gibt es unterschiedliche Interpretationen zwischen Anamorphose und Choroplethenkarte bei gleichem Inhalt?
- | Werden in den beiden Kartentypen komplexe Zusammenhänge zwischen zwei Themen erkannt?
- | Lässt sich eine Kartenanamorphose als Grundlage für eine thematische Kartenserie verwenden?

Arbeitsschritte:

- | Diskussion der Bedeutung visuell-kognitiver Prozesse in der Kartographie
- | Entwicklung einer Methodik der Fragestruktur
- | Design der Fragen
- | Durchführung der Befragung
- | Auswertung der Ergebnisse
- | Schriftliche Ausarbeitung und Erstellung einer PowerPoint Präsentation für das Kolloquium

Leiter der Diplomarbeit:	Prof. Dr. Peter FRECKMANN
Zweite Prüferin:	Prof. Dr. Sara I. FABRIKANT
Bearbeitungszeit:	4 Monate
Tag der Ausgabe:	01.06.2010
Tag der Abgabe:	30.09.2010
Anschrift des Diplomanden:	Silvan KASPAR Hoher Weg 2 74594 Kreßberg Tel.: +49 7957 / 501 email: silvan_kaspar@gmx.de

Leiter der Diplomarbeit

Zweite Prüferin

Karlsruhe | Zürich, 01. Juni 2010

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die von mir eingereichte Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmitteln nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungskommission vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Karlsruhe | Zürich, 30. September 2010

Inhalt

Aufgabenstellung	II
Eidesstattliche Erklärung	IV
Inhalt	V
Bilder	VII
Tabellen	IX
<hr/>	
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	2
1.2 Ziel der Arbeit	2
1.3 Relevanz	3
<hr/>	
2 Grundlagen	5
2.1 Choroplethenkarte	6
2.2 Anamorphose	9
2.3 Forschungsstand	12
2.4 Überblick des Forschungsstandes	16
<hr/>	
3 Wahrnehmung	17
3.1 Geovisualisierung	18
3.2 Kommunikation	19
3.3 Wahrnehmungsprozess	22
3.4 Informationsverarbeitung	23
<hr/>	
4 Methodik	26
4.1 Daten	28
4.2 Stimuli	29
4.3 Design der Studie	33

4.4	Durchführen der Umfrage	36
4.5	Repräsentativität	38
5	Resultate	39
5.1	Analysemethode	41
5.2	Pretest	43
5.3	Kartentyp	45
5.4	Region	47
5.5	Fragentyp	49
5.6	Zusammenhangseffekte	61
5.7	Hauptaussagen der Analyse	63
6	Diskussion	64
6.1	Effektivität	65
6.2	Effizienz	70
6.3	Fazit der Studie	71
7	Ausblick	76
Anhang		I
A.1	Kommunikationsmodelle	II
A.2	SPSS-Outputs	V
A.3	Ausschnitte aus der Umfrage	XVII
Literatur		XXIV

Bilder

Bild 1: Beispiel einer Anamorphose ohne Legende – Anteil Personen über 4 Jahren ohne Adresswechsel zwischen 1995 und 2000, in % (Schuler et al. 2006: 124)	4
Bild 2: Beispiel einer Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen	6
Bild 3: Beispiel einer Anamorphose mit Flächenfärbung [ohne Übersichtskarte]	9
Bild 4: zusammenhängende Anamorphose	10
Bild 5: Dorling´s cartograms	11
Bild 6: nicht zusammenhängende Kartenanamorphose	11
Bild 7: [cartography] ³ map-use-cube (MacEachren 1995: 358)	18
Bild 8: goals of map-use (MacEachren und Kraak 1997: 338)	19
Bild 9: Kommunikationsprozess	20
Bild 10: triadisches Modell – Zeichen als Mediator (MacEachren 1995: 246)	21
Bild 11: Weg der Sehbahn von der Netzhaut bis ins Gehirn (Hubel 1989: 22)	22
Bild 12: externe Identifizierung	24
Bild 13: interne Identifizierung	24
Bild 14: ursprüngliche Beziehung	24
Bild 15: elementare Stufe	24
Bild 16: mittlere Stufe	24
Bild 17: obere Stufe	24
Bild 18: Frage-Typ Wo?	25
Bild 19: Frage-Typ Wie viel?	25
Bild 20: Frage-Typ Tendenz	25
Bild 21: Zusammensetzung der statistischen Daten	29
Bild 22: Legende Choroplethe [Basel]	30
Bild 23: Simultankontrast (Brewer 2005: 128)	31
Bild 24: Ebbinghaus-Illusion	31
Bild 25: Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen [amorph | Basel]	32
Bild 26: Kartenanamorphose [amorph | Basel]	32
Bild 27: Insgesamt benötigte Zeit zum Beantworten aller Fragen	37
Bild 28: Auswerteverfahren "Kartentyp"	42
Bild 29: Auswerteverfahren "Region"	42
Bild 30: Auswerteverfahren "Fragentyp"	43
Bild 31: Pretest | Region	44

Bild 32: Richtigkeit | Kartentyp	45
Bild 33: Zeit | Kartentyp	45
Bild 34: Richtigkeit | Region | Choro	46
Bild 35: Zeit | Region | Choro	46
Bild 36: Richtigkeit | Region | Anaph	46
Bild 37: Zeit | Region | Choro	46
Bild 38: Richtigkeit | Region	47
Bild 39: Zeit | Region	47
Bild 40: Richtigkeit | Kartentyp | Basel	48
Bild 41: Zeit | Kartentyp | Basel	48
Bild 42: Richtigkeit | Kartentyp | Kansas	48
Bild 43: Zeit | Kartentyp | Kansas	48
Bild 44: Richtigkeit | Fragetyp	49
Bild 45: Zeit | Fragetyp	49
Bild 46: Richtigkeit | Fragetyp schwierig | Kartentyp	50
Bild 47: Zeit | Fragetyp schwierig | Kartentyp	50
Bild 48: Richtigkeit | Fragetyp schwierig | Region	51
Bild 49: Zeit | Fragetyp schwierig | Region	51
Bild 50: Richtigkeit | Fragetyp schwierig | Kartentyp | Basel	52
Bild 51: Zeit | Fragetyp schwierig | Kartentyp | Basel	52
Bild 52: Richtigkeit | Fragetyp schwierig | Kartentyp | Kansas	53
Bild 53: Zeit | Fragetyp schwierig | Kartentyp | Kansas	53
Bild 54: Richtigkeit | Frage F5 | Kartentyp	55
Bild 55: Zeit | Frage F5 | Kartentyp	55
Bild 56: Richtigkeit | Frage F5 | Region	55
Bild 57: Zeit | Frage F5 | Region	55
Bild 58: Richtigkeit | Frage F5 | Region | Anamorphose	56
Bild 59: Zeit | Frage F5 | Region | Anamorphose	56
Bild 60: Zeit | Frage F6 | Kartentyp	57
Bild 61: Zeit | Frage F6 | Region	57
Bild 62: Richtigkeit | Frage F7 | Kartentyp	58
Bild 63: Zeit | Frage F7 | Kartentyp	58
Bild 64: Richtigkeit | Frage F7 | Kartentyp | Basel	59
Bild 65: Richtigkeit | Frage F7 | Kartentyp | Kansas	59
Bild 66: Richtigkeit | Frage F7 | Region	60
Bild 67: Zeit | Frage F7 | Richtigkeit	60

Bild 68: Richtigkeit | Frage F7 | Region | Anaph	61
Bild 69: Zeit | Frage F7 | Region | Anaph	61
Bild 70: Zusammenhang | Zeit | Kartentyp	62
Bild 71: Zusammenhang | Zeit | Region	62
Bild 72: Richtigkeit | Fragetyp | Leicht	72
Bild 73: Zeit | Fragetyp | Leicht	73
Bild 74: Richtigkeit | Fragetyp | Schwierig	74
Bild 75: Zeit | Fragetyp | Schwierig	74

Tabellen

Tabelle 1: Matrix des Forschungsstandes	16
Tabelle 2: ausformulierte Fragen	35
Tabelle 3: Grobstruktur der Fragen	36
Tabelle 4: Durchführungsorte der Umfrage an der HS Karlsruhe	38
Tabelle 5: Originalcodierung der gegebenen Antworten	40
Tabelle 6: Codierung der Antwortzeit	40
Tabelle 7: Transformation der Charakteristik	69

1 Einleitung

1.1 Motivation

Interpretiert der Kartenleser das Dargestellte richtig, oder ist er nur der Meinung, dass er es richtig interpretiert?

Diese Frage ist von zentraler Bedeutung in der Darstellung jeglicher Art von Information. Kartographinnen und Kartographen gelten seit jeher als graphische Vermittler unterschiedlichster Informationen. Ihre Aufgaben sind das prägnante Darstellen komplexer Sachverhalte in topographischer wie thematischer Hinsicht. Die Art und Weise, wie die Informationen vermittelt werden können, ist äußerst vielfältig. Es reicht von klassischen Papierkarten über kartenverwandte Darstellungen bis hin zu 3D-Karten. Jede Möglichkeit hat ihre Vor- und Nachteile. Die empirische Forschung setzt an den vermeintlichen Schwachstellen an, um Darstellungsarten zu evaluieren und Verbesserungsvorschläge zu liefern. Diese Erkenntnisse können das Lesen der Information erleichtern und unterstützen das Interpretieren.

Die technische Weiterentwicklung und das Vorhandensein entsprechender Geodaten ermöglichen, dass immer komplexere Inhalte den Weg in eine Karte finden. Diese Möglichkeit verlangt aber auch das Beschreiten neuer, unbekannter Wege bezüglich der Darstellungsmethoden. Was aber geschieht, wenn infolgedessen die Kartographen die Kontrolle darüber verlieren, wie die Inhalte interpretiert werden?

1.2 Ziel der Arbeit

In dieser Diplomarbeit soll versucht werden, eine Antwort auf diese aufkommende Frage bezüglich der Interpretation von Kartenanamorphosen zu finden. Dies lässt sich durch einen Vergleich mit dem bisher Bekannten bewerkstelligen. Werden thematische Atlanten hinsichtlich der hauptsächlich vorkommenden Karten betrachtet, tauchen dort grösstenteils Choroplethenkarten in Verbindung mit Diagrammen auf (Hurni und Hutzler 2008). Deshalb wird ein Vergleich zwischen Kartenanamorphose [Form und Farbe] und Choroplethenkarte [Farbe und Diagramm] erfolgen.

Folgende Fragen sollen dabei beantwortet werden:

- | Gibt es unterschiedliche Interpretationen zwischen Anamorphose und Choroplethenkarte bei gleichem Inhalt?
- | Werden in den beiden Kartentypen komplexe Zusammenhänge zwischen zwei Themen erkannt?
- | Lässt sich eine Kartenanamorphose als Grundlage für eine thematische Kartenserie verwenden?

Um Antworten auf die oben gestellten Fragen zu bekommen, wird hypothesenprüfend vorgegangen. Folgende Hypothesen bilden die Grundlage dieser Arbeit:

- | Zusammenhängende Kartenanamorphosen mit Flächenfärbung werden bei entsprechenden Randangaben in Form eines Wertemaßstabes und einer beschrifteten Referenzkarte richtig interpretiert.
- | Der thematische Zusammenhang der dargestellten Themen wird bei der Anamorphose eher erkannt als bei der Choroplethenkarte.
- | Es werden unterschiedliche Interpretationen zwischen Anamorphosen und Choroplethenkarten bei gleichem Inhalt auftreten.

1.3 Relevanz

Kartenanamorphosen mit Flächenfärbung finden immer häufiger Verwendung in Zeitungen, Magazinen und thematischen Atlanten [z.B. im Atlas zum räumlichen Wandel der Schweiz – [siehe Bild 1]. Über die Wirkung dieser Darstellungen auf den Kartenleser ist allerdings relativ wenig bekannt. Einzelne Elemente wie das Schätzen von Werten (Flannery 1971), die Wirkung der Farbe (Ware 2004) oder das Erkennen von Mustern (Muller 1979) sind für sich alleine oder in einem anderen, nicht kartographischen Zusammenhang, getestet worden – Jedoch nicht in dieser speziellen Kombination und einer entsprechenden realen Karte.

Die in 1.1 Motivation angesprochene Kontrolle geht dann verloren, wenn Vorwissen zum richtigen Interpretieren des thematischen Inhaltes notwendig wird. Die Gefahr für Fehlinterpretationen aufgrund von Halbwissen ist bei Laien sehr hoch. Ein Beispiel liefert die Bevölkerungskartographie. In Choroplethenkarten werden die administrativen Grenzen als Bezugseinheit verwendet [Bezugsflächenkarten mit flächentreuer Projektion]. Die Umrisslinien zeigen somit nicht die Verteilung der thematischen Daten, sondern der thematische Inhalt wird relativ über die Flächenfärbung dargestellt. Diese Art der Visualisierung könnte nur verwendet werden, wenn alle Bezugseinheiten gleich groß, oder eben ausreichend Vorwissen über die dort lebende Bevölkerung vorhanden wären.

Bei der Anamorphose hingegen verhält sich die Bezugsfläche proportional zur dargestellten thematischen Variable [Bezugsflächenkarte mit mengentreuer Projektion]. Dabei wird die administrative Grenze je nach Variable vergrößert oder verkleinert.

Somit steht die soziale Dimension in ihrer räumlichen Ausdehnung im Vordergrund. Vorwissen ist nicht mehr notwendig, da die Umrisslinien absolute Werte darstellen.

Mit Hilfe der empirischen Forschung lassen sich Daten erheben, welche Aufschluss über einen bestimmten Sachverhalt geben. Das alleinige Diskutieren über bekannte und vermutete Vor- und Nachteile macht die Anamorphosen nicht leichter oder besser lesbar. Es bleibt bei der Vermutung, dass es so sein könnte. Mit Hilfe dieser empirischen Arbeit können die aufkommenden Fragen beantwortet werden.

Diese Untersuchung ist nur ein kleiner Schritt, um das Interpretationsverhalten der Kartennutzer für Anamorphosen und auch der Choroplethenkarte näher zu beschreiben. Die Grundlagenforschung ist ein weites Feld, bei der nicht alle Einflüsse und Aspekte berücksichtigt werden können. In dieser Studie wird versucht, mit einer möglichst realen Testkarte und einer ca. 20-minütigen Umfrage so viel Information wie möglich über das Antwortverhalten der Choroplethenkarte und Anamorphose zu erfahren. Je nach Resultat der Umfrage können Vor- und Nachteile der beiden Kartentypen aufgezeigt werden.

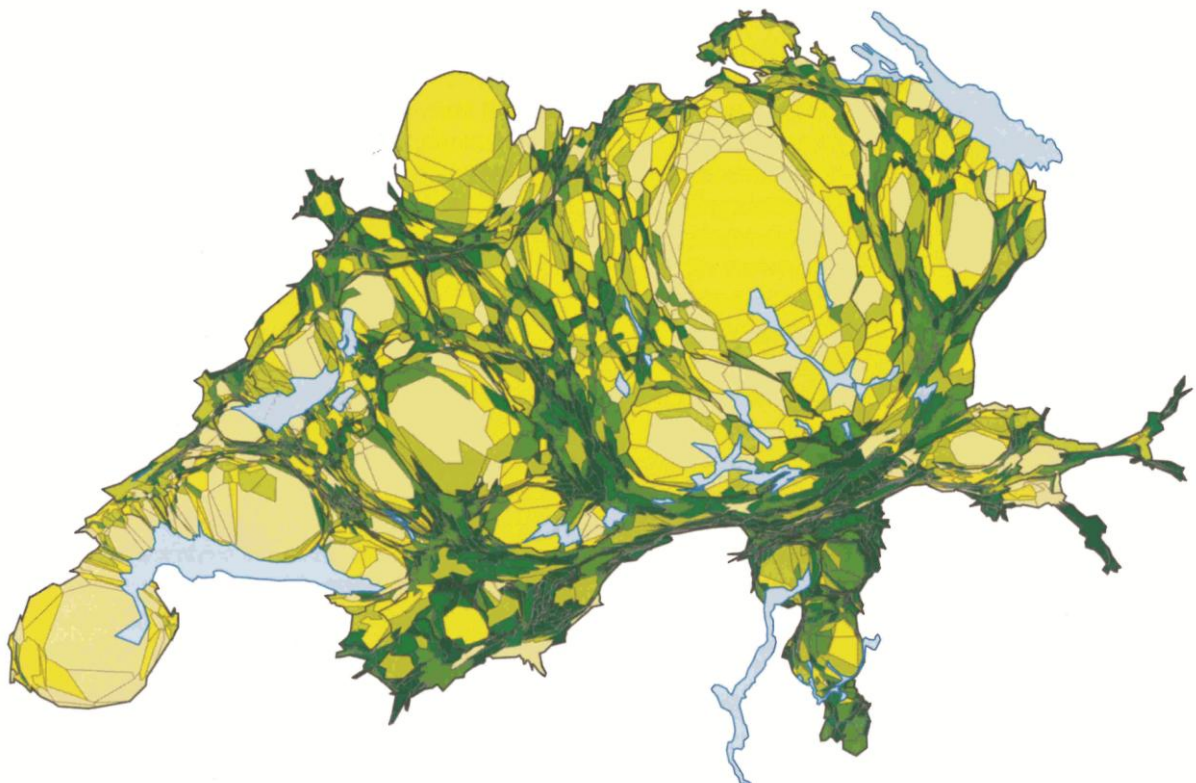


Bild 1: Beispiel einer Anamorphose ohne Legende – Anteil Personen über 4 Jahren ohne Adresswechsel zwischen 1995 und 2000, in % (Schuler et al. 2006: 124)

2 Grundlagen

Betrachtet man deutsche Fachbücher zur thematischen Kartographie, dann tauchen dort die verschiedensten Begriffe auf, die jedoch ein und dieselbe Darstellungsmethode beschreiben. Damit im Laufe dieser Arbeit keine Missverständnisse auftreten und um eine konsistente Namensgebung zu gewährleisten, werden die wichtigsten Begriffe in kurzer und knapper Form definiert und die Vor- und Nachteile der einzelnen Darstellungsarten angesprochen.

2.1 Choroplethenkarte

Arnberger bezeichnet die Choroplethenkarte als Flächenmosaik. Für diese Darstellungsart dienen Verwaltungsgebiete, statistische Erhebungsgebiete und Gitternetzfelder als räumliche Bezugsgrundlage (Arnberger 1987: 130). Imhof nennt diese Art der Darstellung ein Dichtemosaik mit administrativer Flächengliederung. Die Dichte beschreibt er als die Anzahl der fraglichen Einzelobjekte pro Flächeneinheit, z.B. pro 1 km² (Imhof 1972: 164). Durch diese Standardisierung ist der dargestellte Wert immer eine relative Größe. Als Gestaltungsmittel treten Vollflächen oder Flächensignaturen in gestufter Darstellung auf (Hake et al. 2002: 473). Die Relativ-/Quotendarstellung ist die einzige Möglichkeit, da der absolute Wert mit der über die komplette Bezugsfläche vorhandenen Variable normalisiert wird (Burgdorf 2009: 690).

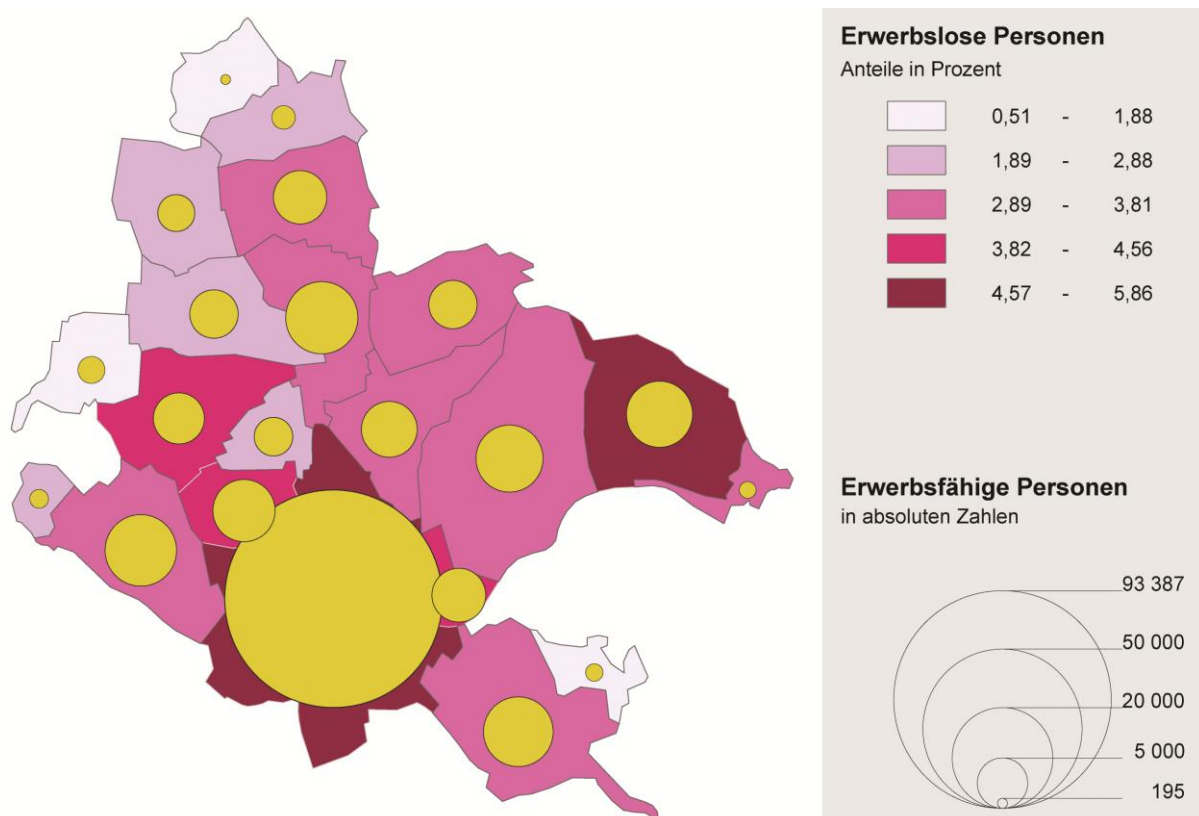


Bild 2: Beispiel einer Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen

Eine Definition, die alle Gegebenheiten mit einschließt und in dieser Arbeit Verwendung findet, wird dem Lexikon der Kartographie und Geomatik entnommen:

«CHOROPLETHE, Flächendichtekarte, *choropleth map*, (...) ein Kartentyp zur Repräsentation von Ordinalskalierten Daten oder klassifizierten intervall- und ratioskalierten Daten mit Bezug zu zweidimensional definierte Arealen, wie beispielsweise administrativen Einheiten» (Bollmann und Koch 2002: 118).

Unabhängig davon, welches Thema mit Hilfe der Choroplethenkarte dargestellt wird, ist die Wahl der Bezugsfläche von großer Bedeutung. Wilhelmy (2002: 285) nennt vier mögliche Bezugsflächen für die Bevölkerungsdichte: administrative Einheiten, Natur- oder kulturräumliche (wirtschaftsräumliche) Einheiten, Quadratraster und Punktkarten absoluter Bevölkerungsverteilung. Ogrissek (1983: 60) erwähnt in diesem Zusammenhang, dass die Aussagekraft einer Bevölkerungsdichtekarte mit der Verkleinerung der Bezugsfläche wächst. Egal für welche Art von Bezugsfläche man sich entschieden hat, müssen mit Hilfe von statistischen Methoden Wertegruppen für jede Bezugsfläche berechnet und gebildet werden.

Die vermeintliche Einfachheit einer Choroplethenkarte trügt. Mit Hilfe der Choroplethenkarte können keine einzelnen Phänomene dargestellt werden, sondern die in einer Bezugsfläche speziell vorherrschende Situation wird über die gesamte Bezugsfläche aggregiert. «Beispielsweise konzentriert sich die Bevölkerung einer Gemeinde nur in einer oder wenigen Siedlungen» (Burgdorf 2009: 689). Ob es sich in einer Bezugsfläche also um viele kleine Gemeinden oder um 1 große Stadt handelt, wird nicht ersichtlich. Dieses Problem könnte vernachlässigt und in Kauf genommen werden, da der Wert eine Aussage für die Gesamtheit aller in einer Bezugsfläche lebende Personen liefert. Hinzu kommt jedoch, dass in den häufigsten Fällen die Bezugseinheiten nicht gleich groß sind. Dadurch wird ein direkter Vergleich zwischen zwei Gemeinden (Polygonen) in einer Karte so gut wie unmöglich. Erschwert wird dies zusätzlich durch topographische Gegebenheiten wie menschenleere Hochgebirge oder Wälder, die ebenso zur Gemeindefläche gehören (Imhof 1972: 167) und oft nicht eingezeichnet sind.

Weiter ist zu beachten, dass durch die bewusste Festlegung der Klassengrenzen das Erscheinungsbild der Karte erheblich beeinflusst werden kann (Imhof 1972: 165). Dadurch wird ein direkter Vergleich zweier unterschiedlicher Karten, deren Datengrundlage und Methode zur Klassifizierung nicht dieselbe ist, fast unmöglich. Dies alles ist aber kein Grund, auf die Choroplethenkarte zu verzichten. Sie muss nur mit

Bedacht und aufgrund ausreichend redaktioneller Überlegungen produziert und gestaltet werden.

Als Hilfsmittel können eigens dafür erstellte Bezugsflächen dienen. So wurden vom Bundesamt für Statistik der Schweiz die sogenannten MS-Regionen (MS = *mobilité spaciales*) als mikroregionale Zwischenebenen entwickelt, die nur die bewohnte Fläche bzw. Arbeitsmarktregionen berücksichtigen (Bundesamt für Statistik 2010). Stehen solch spezielle Bezugsflächen nicht zur Verfügung, können für einen gesamteuropäischen Vergleich die NUTS-Regionen verwendet werden. Diese sind hilfreich, um für regionale Statistiken der Europäischen Union eine einheitliche und konsistente territoriale Untergliederung zur Hand zu haben (Eurostat 2008). Jedoch gibt es auch in dieser Einteilung das Problem der unterschiedlich großen Region, aber es wird zumindest angestrebt, diesen Nachteil immer besser in den Griff zu bekommen (Eurostat 2008).

Häufig lässt sich beobachten, dass Kartenproduzenten auf diese komplexe Problematik keine Rücksicht nehmen und dadurch viele Choroplethenkarten existieren, die nur bedingt, wenn überhaupt, ein Thema wahrheitsgemäß darstellen. Eine Studie von Muller (1985) zeigt, dass diese Problematik den Kartenlesern nicht bewusst ist. Er bereitete mehrere Choroplethenkarten derselben Thematik auf richtige und falsche Weise vor. Diese Beispiele wurden von Probanden bewertet. Diejenige Karte, welche den Teilnehmern zufolge das dargestellte Thema richtig vermittelte war, aus statistischer und kartographischer Sicht, die am wenigsten korrekt aufbereitete Karte. An diesem Beispiel wird deutlich, welche verantwortungsvolle Aufgabe den Kartographinnen und Kartographen zukommt und welche Wirkung sie mit gewissen Darstellungen erreichen können – bewusst oder unbewusst.

2.2 Anamorphose

Betrachtet man die Anamorphose aus rein mathematischer Sicht, ist es eine nicht-euklidische Darstellung funktionaler Räume (Muller 1983: 10). Bertin war es, der als einer der Ersten den Begriff der Anamorphose verwendete:

«Als KARTOGRAPHISCHE ANAMORPHOSEN werden diejenigen Konstrukte bezeichnet, die das geographische Netz verzerren, damit eine nicht-geographische Komponente dargestellt werden kann. Die Konstruktionen können ein graphisches Bild ergeben, aber die geographische Identifizierung ist nur noch teilweise von Belang» (Bertin 1974: 293).

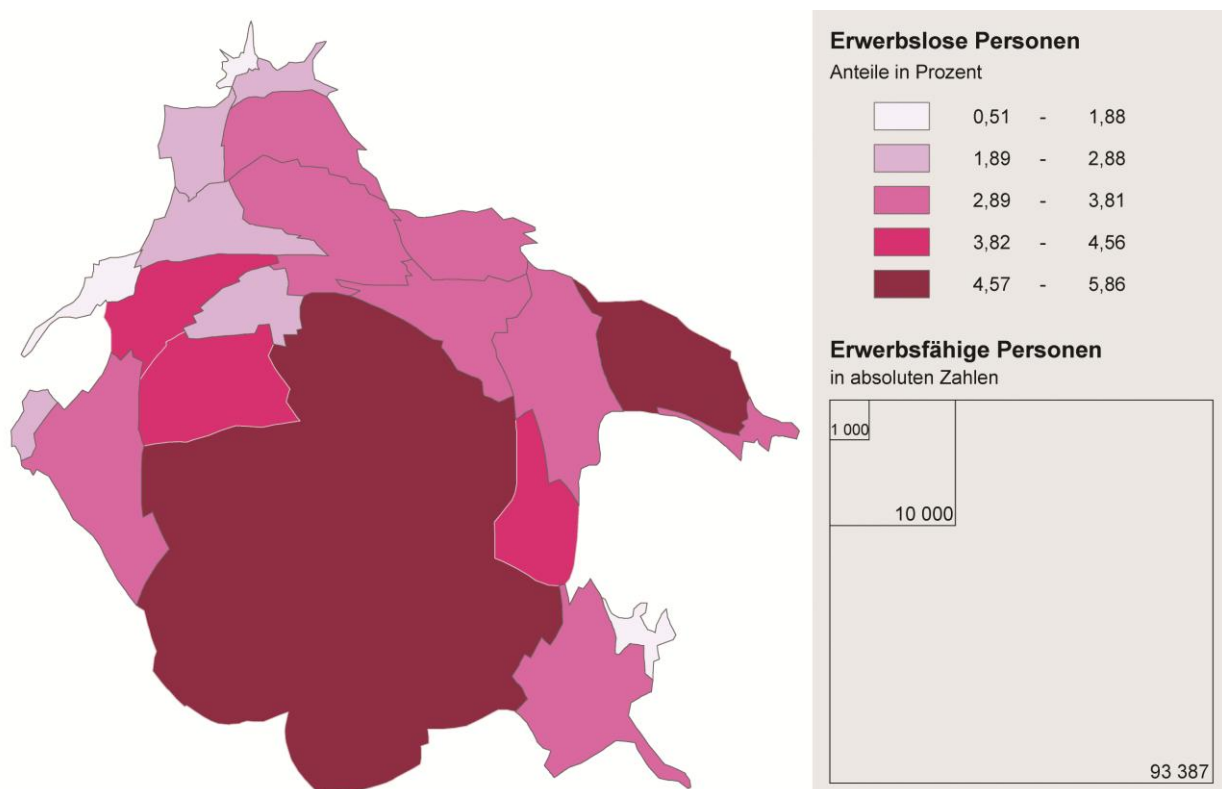


Bild 3: Beispiel einer Anamorphose mit Flächenfärbung [ohne Übersichtskarte]

Die Begrifflichkeiten im Bereich der Anamorphosen sind im deutschen Sprachraum nicht klar definiert. Der im Englischen einheitliche Begriff des *cartogram* oder *value-by-area cartogram* kann nicht ohne weiteres ins Deutsche als Kartogramm oder Flächenkartogramm übersetzt werden. Das Kartogramm beschreibt einen Sonderfall der Karte, «wenn für bestimmte Bezugsflächen berechnete Werte dargestellt werden» (Universität Rostock 2002). Dies trifft im weiteren Sinne für fast jede thematische Karte zu. Im Lexikon der Kartographie und Geomatik wird unter Kartogramm aber auch erwähnt, dass es sich dabei neueren Auffassungen zufolge um einen speziellen Typ von thematischer Karte handelt (Bollmann und Koch 2002: 1),

was wiederum auf eine Anamorphose zutreffen würde. Letztendlich handelt es sich bei einem Kartogramm um eine Darstellungsmethode die statistische Daten und andere Werte, welche sich auf eine Fläche beziehen mit Hilfe einer vereinfachten Basiskarte veranschaulichen lassen (Bollmann und Koch 2002: 1). Dies trifft auf eine Choroplethenkarte wie Anamorphose gleichermaßen zu. Daher ist der Begriff des Kartogramms für solch eine Darstellung nicht präzise und eindeutig genug. Eine vollumfängliche Definition für Anamorphosen liefert auch hier das Lexikon der Kartographie und Geomatik:

«ANAMORPHOTENDARSTELLUNG, *value by area cartogram*, kartenverwandte Darstellung, deren Geometrie proportional zur Ausprägung eines Merkmals verzerrt wird. Zu unterscheiden sind Abbildungen, in denen die Geometrie von einem Punkt ausgehend beeinflusst wird (...) sowie kartogrammähnliche Darstellungen, deren Flächen (...) proportional zu einem Merkmal skaliert werden. (...) sie sind aber keineswegs identisch mit Darstellungen nach der Flächenkartogramm-Methode bzw. Choroplethenkarten. (...)» (Bollmann und Koch 2002: 424).

In dieser Arbeit werden die Begriffe der Anamorphose/-anamorphote bzw. Kartenanamorphose/-anamorphote verwendet, da diese Begriffe die nötige Einzigartigkeit und Präzision aufweisen, damit Missverständnisse gar nicht erst auftreten können.

Anamorphosen können in den verschiedensten Formen erscheinen. Jede dieser Darstellungen versucht die Information auf kreative Art und Weise abzubilden. Dabei muss ein Mittelweg zwischen Mengentreue, Formerhaltung, Winkeltreue und einer vertretbaren Herstellungszeit eingegangen werden (Burgdorf 2008: 236).

Zusammenhängende Kartenanamorphosen

Bei zusammenhängenden Kartenanamorphosen bleibt die Topologie zwischen den einzelnen, verzerrten Polygone erhalten. Je nach angewendetem Algorithmus entspricht das neu berechnete Erscheinungsbild der Polygone mehr oder weniger der ursprünglichen Ausgangsform.

Dabei muss ein Kompromiss zwischen Topologie und Erscheinungsbild eingegangen werden. Die entstehende Abweichung vom Sollzustand des Wertes wird über den Restfehler als relatives Maß angegeben (Rase 2001: 33). Hauptsächlich werden bei diesen Anamorphosen der *rubber sheeth*-Algorithmus (Dougenik et al. 1985) oder

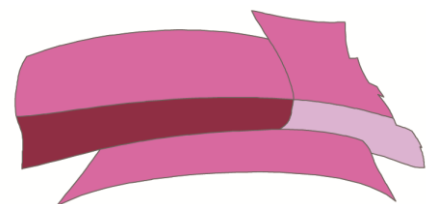


Bild 4: zusammenhängende Anamorphose

der *diffusion*-Algorithmus (Gastner und Newman 2004) verwendet. Hauptziel beider Algorithmen ist die Wahrung der ursprünglichen Nachbarschaftsbeziehungen der Polygone.

Nicht zusammenhängende Kartenanamorphosen

Diese Art der Anamorphose löst die topologischen Beziehungen der einzelnen Polygone auf. Hierbei wird jedes Polygon, unabhängig seines Nachbarn unter Beibehaltung der realen Form, skaliert. Zwei verschiedene Möglichkeiten der Neupositionierung sind realisierbar. In einer Darstellungsart bleiben die Schwerpunkte der Polygone am selben Ort, was zur Folge haben kann, dass Überlappungen auftreten können. Vorteil dieser Methode ist, dass die leeren Zwischenräume Informationen über die Diskrepanz zwischen Flächen und Verteilung darstellen (Olson 1976: 379). Bleibt der Schwerpunkt nicht am selben Ort, werden die Polygone so weit auseinandergeschoben, dass alle Polygone komplett sichtbar sind (Clarke 2002).

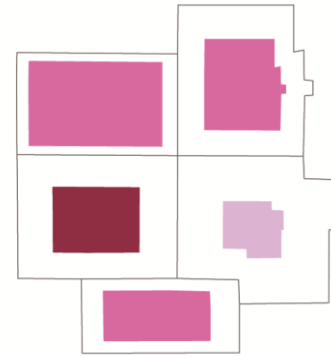


Bild 6: nicht zusammenhängende Kartenanamorphose

Dorling's cartograms behalten weder topologische Beziehungen noch ihre ursprüngliche Form bei. Als neu berechnete Bezugsflächen dienen vorzugsweise Kreise oder Wabenförmige Strukturen, welche die thematische Variable repräsentieren. Diese Kreise werden schrittweise so lange verschoben, bis keine Überschneidungen mehr auftreten (Slocum et al. 2009: 358).

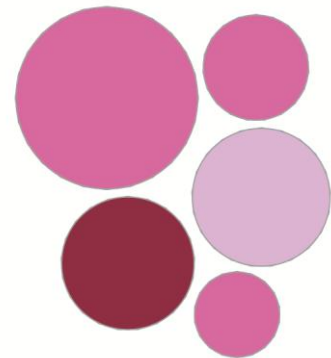


Bild 5: Dorling's cartograms

2.3 Forschungsstand

Für diese Arbeit kann auf einige empirische Studien, vor allem aus den 1970er Jahren, zurückgegriffen werden. Berücksichtigt werden jedoch nur Studien, welche sich direkt mit der Untersuchung von Kartenanamorphosen befassen, denn weiterführende Erkenntnisse flossen in die durchgeführten Arbeiten in ausreichendem Maße mit ein. Die Vorgehensweise und Ergebnisse werden, in chronologischer Reihenfolge, erläutert und legen damit den momentanen Forschungsstand dar.

Der Erste, der sich empirisch mit pseudo-zusammenhängenden rechtwinkligen Kartenanamorphosen auseinandersetzte, war Borden D. Dent (1975). Zuerst untersuchte er die Fähigkeit im Schätzen von relativen Flächengrößen. Die Testpersonen mussten dazu einzelne Polygone hinsichtlich des Wertes anhand ihrer Flächengröße bestimmen. Zur Verfügung stand ihnen jeweils ein Schlüsselsymbol mit Wertangabe. Resultat dieses ersten Tests war, dass die besten Ergebnisse erzielt wurden, wenn beide Elemente (Polygon, Schlüsselsymbol) rechteckige bzw. quadratische und nicht amorphe Umrisse besaßen. Weiter konnte festgestellt werden, dass auch niedrige Werte des Schlüsselsymbols bessere Ergebnisse zur Folge hatte.

Im zweiten Durchgang mussten die Probanden in einem kartenähnlichen Umfeld ebenfalls Polygonwerte schätzen. Die eine Gruppe testete dies in einer zusammenhängenden Anamorphose, die andere Gruppe in einer Kreisdiagrammkarte. Beide Karten stellten exakt dieselben Werte dar. Resultat des zweiten Tests war, dass Werte in der Kreisdiagrammkarte überschätzt, und Werte in der Kartenanamorphose unterschätzt wurden.

Der letzte Test befasste sich mit der Wirkung der Anamorphose bzw. der Kreisdiagrammkarte. Hier standen sich auf einer Skala mit 10 Unterteilungen jeweils polare Wortpaare gegenüber (z.B. einfach lesbar – schwierig lesbar). Aufgabe der Teilnehmer war es, auf dieser Skala anzukreuzen, mit welchem Begriff die Darstellungsmethode am besten beschrieben werden kann. Das Ergebnis wies große Unterschiede zwischen Kartenanamorphose und Kreisdiagrammkarte auf. Die Anamorphose wurde als schwierig zu lesen eingestuft, es zeige die Realität auf eine andere Art und Weise und wurde zusätzlich als unvollständig eingestuft. Genau das Gegenteil wurde der Kreisdiagrammkarte bescheinigt, obwohl der Inhalt genau derselbe war. Grundsätzlich konnten jedoch beide Karten das Thema vermitteln.

Als Verbesserung schlägt Dent vor, der Kartenanamorphose jeweils eine Übersichtskarte beizufügen. Einerseits, damit dem Leser der geographische Bezug deutlich gemacht werden kann und andererseits ist es nur mit Hilfe der Übersichtskarte möglich, zu erkennen wie die Polygone transformiert wurden. Die Legende sollte um

zusätzliche Schlüsselsymbole erweitert werden, damit die Flächenwerte besser zu schätzen sind. Dent erhofft sich auch durch die Beschriftung einzelner Flächen, dass die durch Verzerrung verloren gegangene Orientierung wieder hergestellt werden kann.

Acht Jahre später untersuchte Trevor L. C. Griffin (1983) die Identifikation korrespondierender Standorte in zusammenhängenden Kartenanamorphosen und einer [Übersichts-]Karte. Er kam damit der Forderung einer Übersichtskarte nach (Dent 1975) und testete, ob diese auch Ihren Sinn und Zweck in Kombination mit einer Anamorphose erfüllt. Vor Beginn der Studie wurden die Teilnehmer über die Funktionsweise von Kartenanamorphosen informiert. Zehn Wochen nach dieser Einführung wurde ohne Ankündigung der erste Test durchgeführt und weitere sechs Wochen später der zweite Test. Beide Durchgänge wiesen ähnliche Testpolygone auf.

Die Teilnehmer mussten ein gekennzeichnetes Polygon in der jeweils anderen Darstellungsmethode finden und wurden dazu in zwei Gruppen aufgeteilt. Die eine sah zuerst die Übersichtskarte und musste das entsprechende Polygon in der Kartenanamorphose finden, die andere Gruppe betrachtete zuerst die Kartenanamorphose und musste das entsprechende Polygon in der Übersichtskarte finden. Im zweiten Durchgang wurde pro Gruppe die Reihenfolge gewechselt. Für jede Frage wurde zusätzlich auch die Zeit notiert, die benötigt wurde, um die Aufgabe zu lösen.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass im zweiten Test die Antwortgeschwindigkeit schneller wurde, dies sich aber nicht negativ auf die Qualität der Antworten auswirkte. Als tendenziell schwieriger gestaltete es sich, einen in der Karte eingezeichneten Standort in der Anamorphose zu finden als umgekehrt. Insgesamt waren 77% der Antworten richtig, was darauf schließen lässt, dass der entsprechende Standort in beide Richtungen identifiziert werden kann.

Um zukünftig Anamorphosen besser lesbar zu machen, schlägt Griffin vor, neben den Nachbarschaftsbeziehungen auch die transformierten Umrisslinien der einzelnen Polygon möglichst zu erhalten, damit der Charakter der Karte nicht verloren geht und die Orientierung innerhalb der Anamorphose erleichtert wird. Genügend Instruktionen im Vorfeld erachtet Griffin als eine Notwendigkeit, damit ein gewisses Grundverständnis für diese Art der Darstellung geschaffen werden kann.

Weitere zwölf Jahre später führte Cécile Aschwanden Kognitionsstudien mit Kartenanamorphosen durch (Aschwanden 1995). Aschwanden vergleicht keine unterschiedlichen Kartentypen miteinander, sondern interessierte sich nur für die

dargestellten Werte in der zusammenhängenden Anamorphose. Ihre Ergebnisse ermöglichen Aussagen über die Mustererkennung, den Mustervergleich und der subjektiven Meinung.

Um etwas über die subjektive Meinung des Lesers zu erfahren, wurden die polaren Wortpaare von Dent (1975) übernommen. Mit Hilfe dieser Methode konnte der positive Gesamteindruck der Kartenanamorphosen bestätigt und verstärkt werden. Die Mustererkennung und der Mustervergleich bilden den Hauptteil ihrer Studie. Diese zwei Punkte sind für Aschwanden wichtig, denn sie ist der Meinung, dass es nur durch einen Vergleich mehrerer Karten möglich ist, ein Thema ausreichend analysieren zu können. Voraussetzung für einen solchen Vergleich in verschiedenen Karten ist das Wiedererkennen von dargestellten, räumlichen Muster. Wurde ein solches Muster erkannt, erfolgt in einem nächsten Schritt der Mustervergleich. Als letztes werden einzelne Polygone untersucht. Hier stellen sich dem Leser konkrete Fragen nach den dargestellten Werten, z.B. Wo ist die größte/kleinste Fläche? Wie viele Personen wohnen in Gemeinde X? Diesen Lese- und Verarbeitungsprozess hat Aschwanden ausführlich in einer 75 Minuten dauernden Umfrage an zusammenhängenden Kartenanamorphosen, bestehend aus Gemeindegrenzen, für zwei Gebiete der Schweiz getestet.

Anhand der Resultate ist festzuhalten, dass in zusammenhängenden Anamorphosen ein Muster erkannt wird und ein Vergleich zwischen zwei zusammenhängenden Anamorphosen daher möglich ist. Rein theoretisch sollte es somit auch möglich sein, einen Sachverhalt aus einer Kartenanamorphose zu erkennen und zu verstehen. Das Schätzen einzelner Polygone wiederum erwies sich auch in dieser Studie nicht als Königsdisziplin der Kartenanamorphose. Bestätigt wird auch hier das von Dent (1975) schon beobachtete Problem, dass Werte in zusammenhängenden Kartenanamorphosen unterschätzt werden.

Aschwanden schlägt, ebenso wie Dent (1975) vor, dass Polygone in einer Anamorphose beschriftet werden sollen, um die Orientierung zu erleichtern. Ähnliches sollte auch bei den Schlüsselsymbolen erfolgen. Aschwanden konnte zwar bestätigen, dass sich die quadratische Form des Schlüsselsymbols als gut erwiesen hat, jedoch sollten mehrere Wertabstufungen in der Legende aufgeführt sein. Mindestens aber zwei, von denen einer der Maximalwert sein sollte.

Im Jahre 2010 untersuchten Sun und Li die Effektivität von Kartenanamorphosen zur Darstellung räumlicher Daten (Sun und Li 2010). Grundlage für die Studie sind die Variationen, mit denen eine Anamorphose abgebildet werden kann. Sun und Li beurteilten nicht die Fähigkeit, einzelne Werte oder Zusammenhänge aus

Kartenanamorphosen abzuleiten, sondern lediglich die Gesamtwirkung auf den Leser. Für den Test standen zwei Datensätze zur Verfügung und für jeden fand ein Vergleich statt. Ein Datensatz beinhaltete quantitative Daten [Gesamtbevölkerung von China], der andere qualitative Daten [US-Wahlergebnisse]. Zuerst musste die bevorzugte und daher effektivere Darstellung bei der Wahl zwischen einer Karte und einer Anamorphose angegeben werden. Folgende Kartenpaarungen wurden einander gegenübergestellt:

- | Kreisdiagrammkarte – nicht zusammenhängende Anamorphose
- | Choroplethenkarte – zusammenhängende Anamorphose
- | proportionale Kreisdiagrammkarte – *Dorling's cartograms*
- | pseudo-thematische Darstellung – Pseudokartogramm

In einem zweiten Test wurden 5 verschiedene Kartenanamorphosen gleichen Inhalts untereinander bewertet. Darunter die 4 oben genannten plus eine weitere zusammenhängende Kartenanamorphose, welche mit einem anderen Algorithmus berechnet wurde. Die Auswertung aller Ergebnisse ergab, dass nach Meinung der Probanden Kartenanamorphosen die effektiveren Ergebnisse erzielen, wenn aggregierte, qualitative Daten dargestellt werden.

Die Auswertung der Meinungen für die quantitativen Darstellungen ergab folgende Reihenfolge für die Effektivität von Anamorphosen:

- | Zusammenhängende Anamorphose [Algorithmus: Gastner & Newman]
- | Pseudokartogramm
- | Nicht zusammenhängende Anamorphose
- | Zusammenhängende Anamorphose [Algorithmus: Dougenik et al.]
- | *Dorling's cartograms*

Die Resultate bestätigen die Akzeptanz der Anamorphose im Vergleich zu anderen, herkömmlichen Darstellungen. Für die spätere Umfrage in dieser Arbeit ist neben der Effizienz vor allem die Effektivität von Choroplethenkarte und zusammenhängender Kartenanamorphose von Bedeutung.

2.4 Überblick des Forschungsstandes

Genügend Grundlagen um eine weitere empirische Studie über Kartenanamorphosen durchzuführen sind vorhanden. Jeder der Autorinnen und Autoren hat die Auslegung der Forderungen der bereits durchgeführten Arbeiten auf eigene Art und Weise interpretiert, eingebaut und mit Hilfe eines empirisches Experimentes untersucht. Die beschriebenen Studien bilden eine breite Basis, bei denen sich mit dem Schätzen, Erkennen oder Vergleichen von Werten auseinandergesetzt wurde. Es wurde aber auch die Akzeptanz der Anamorphose untersucht und ob die Aussage der Anamorphose richtig verstanden wird.

Tabelle 1 stellt die Forschungsschwerpunkte inklusive dem Ergebnis zusammen. Ein Plus steht für grundsätzlich möglich, ein Minus für nicht möglich. Enthält ein Tabellenfeld keinen Eintrag, wurde keine Aussage dazu getroffen.

Tabelle 1: Matrix des Forschungsstandes

ERKENNTNISSE	DENT	GRIFFIN	ASCHWANDEN	SUN
schätzen	-	-	-	
erkennen	+	+	+	
vergleichen			+	+
verstehen	+ -		+	[+]
FORDERUNGEN	DENT	GRIFFIN	ASCHWANDEN	SUN
Übersichtskarte	+	+	+	
Schlüsselsymbole	+		+	
Beschriftung	+		+	
Umrisse erhalten		+		

3 Wahrnehmung

Untersucht wird in dieser Arbeit der visuell-kognitive Prozess beim Lesen und Interpretieren von thematischen Karten. Über den Erfolg oder Misserfolg der richtigen Interpretation des dargestellten Themas entscheidet der Kommunikationsprozess. Darunter fallen der Wahrnehmungsprozess und die Informationsverarbeitung. Nach Bollmann und Koch (2002: 194) ist die Untersuchung dieser Prozesskette ein Teilbereich der empirischen Kartographie, welcher sich wiederum empirischer Forschungsmethoden zur Erkenntnisgewinnung bedient: In diesem Fall ein wissenschaftlichen Experiment.

Ein Problem der empirischen Kartographie ist, dass sich Denk- und Problemlösungsansätze nicht direkt beobachten lassen (Bollmann und Koch 2002: 195). Da in der Umfrage jedoch nur eine Antwortmöglichkeit richtig ist, kann gesagt werden, diese Antwort ist richtig oder falsch. Um diese Aussagen deuten zu können, muss man sich damit auseinandersetzen, wie einzelne graphische Elemente auf Menschen wirken und welche Reaktionen diese Elemente im Gesamtzusammenhang hervorrufen.

3.1 Geovisualisierung

Alle Prozesse, die sich im Umfeld einer Karte abspielen, unter einen Hut zu bekommen ist nicht einfach. MacEachren beschreibt das Problem beim Darstellen von Informationen sehr treffend:

«There are no clear boundaries in this human-map interaction space. All visualization with maps involves some communication and all communication with maps involves some visualization. The distinction made is an emphasis» (MacEachren 1995: 357).

Die Geovisualisierung in ihrer Gesamtheit erklärt der *[cartography]³ map-use-cube* [siehe Bild 7] von MacEachren passend. Hier wird die Visualisierung und Kommunikation als sich etwas ergänzendes gesehen, welche sich an zwei gegenüberliegenden Ecken des Würfels befinden (MacEachren 1995: 358). Je nachdem, welche Art von Daten und welche Ziele angestrebt werden, ändert

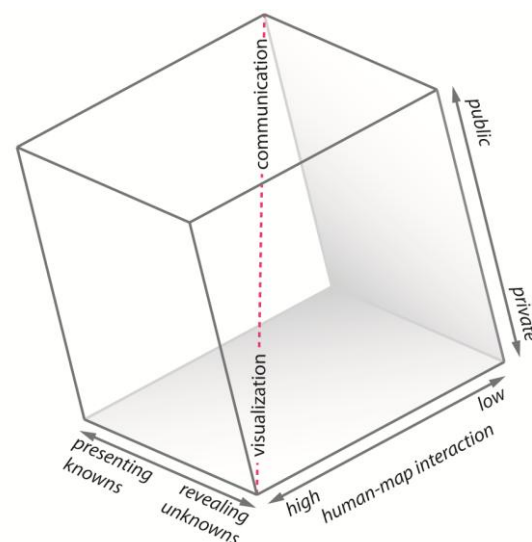


Bild 7: *[cartography]³ map-use-cube* (MacEachren 1995: 358)

sich die Position im Raum des Würfels. Diese entstehende Diagonale lässt sich in 4 Bereiche aufteilen: beginnend in der Ecke der Visualisierung die Exploration, die Analyse, die Synthese und endend mit der Präsentation bei der Kommunikation der Daten [siehe Bild 8]. Wo man sich auf der Diagonale befindet wird durch die *audience*, *data relations* und dem *interaction level* definiert (MacEachren und Kraak 1997: 337). Dabei spielt es keine Rolle, um welche Art von Datensatz es sich handelt. Wissenschaftliche Visualisierungen, Bildanalysen, Informationsvisualisierungen, explorative Datenanalysen oder auch GIS-Systeme sind Werkzeuge, um Theorien und Methoden zu entwickeln, welche eine alternative Sichtweise auf riesige Datenmengen ermöglichen sollen (Kraak und Ormeling 2003: 176). Die Darstellungsarten, welche in dieser Umfrage Verwendung finden, lassen sich der reinen Kommunikation von Information zuordnen. Es findet eine geringe Interaktion zwischen Mensch und Karte statt, die Nutzung der Karte besitzt einen öffentlichen Anspruch und es werden keine neuen, wissenschaftliche Erkenntnisse dargestellt.

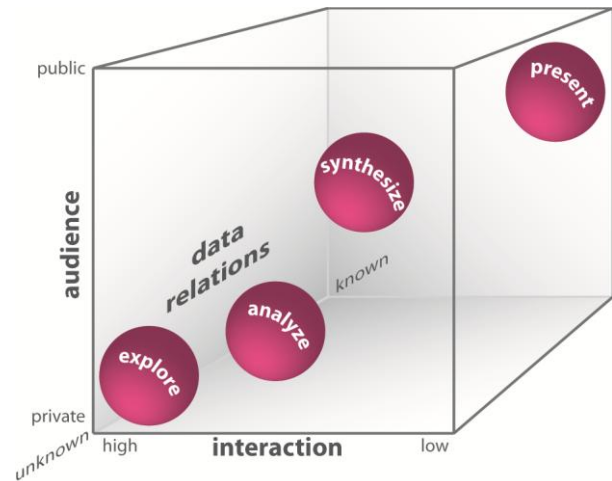


Bild 8: goals of map-use (MacEachren und Kraak 1997: 338)

Die Darstellungsarten, welche in dieser Umfrage Verwendung finden, lassen sich der reinen Kommunikation von Information zuordnen. Es findet eine geringe Interaktion zwischen Mensch und Karte statt, die Nutzung der Karte besitzt einen öffentlichen Anspruch und es werden keine neuen, wissenschaftliche Erkenntnisse dargestellt.

3.2 Kommunikation

Wie in der Einleitung zu diesem Kapitel erwähnt, lassen sich die Denk- und Problemlösungsansätze nicht direkt beobachten. Daher muss es das Ziel sein, die Informationen so einfach wie möglich darzustellen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, wie diese Informationen von den Kartennutzern interpretiert und aufgenommen werden. Auf welchem Modell die Kommunikation in der Kartographie beruht, oder wie es genau funktioniert, hat bereits mehrere Autoren dazu bewegt ein derartiges, theoretisches Modell zu entwickeln [siehe A.1-1 bis A.1-3]. In diesen Modellen lässt sich ein Basisschema erkennen, welches mit 4 Elementen beschrieben wird:

- | Die geographische Umgebung
- | Das Wissen und die Interpretation des Kartographen
- | Die Karte als Mittelpunkt des Prozesses
- | Der Kartennutzer, der aufgrund der Interpretation und seines Vorwissens sich ein Bild vorstellt (MacEachren 1995: 3)



Bild 9: Kommunikationsprozess

Eine Wissenschaft, die sich unter anderem mit dem Prozess der Kommunikation beschäftigt, ist die Semiotik. Ogrissek (1983: 544) bezeichnet diese als die Lehre der sprachlichen Zeichen bzw. Zeichensysteme. Es wird dabei neben der Struktur des Zeichens auch untersucht, welchen Sinn ein Zeichen verfolgt und welche Wirkung ein Zeichen beim Leser hervorrufen soll bzw. kann. Hierbei gibt es drei unterschiedliche Schwerpunkte innerhalb der Zeichentheorie welche als Zeichendimensionen bezeichnet werden (Hake et al. 2002: 10):

- | Die **Syntaktik** beschreibt die formale Bildung von Zeichen und deren Beziehungen untereinander. Dabei findet keine Berücksichtigung der Bedeutung und Wertung der einzelnen Zeichen statt (Freitag 1992: 3). Die graphische Struktur muss eindeutig sein und vom Nutzer richtig erkannt werden.
- | Die **Semantik** stellt die Beziehung zwischen dem dargestellten Zeichen und ihrer Bedeutung her. Es werden begriffliche Beziehungen zwischen den Zeichen und unserem Denken hergestellt (Freitag 1992: 3). Die Semantik ist für die richtige Vermittlung des Inhalts verantwortlich und muss eindeutig und verständlich sein.
- | Die **Pragmatik** stellt die Beziehung zwischen einem Zeichen und den Endbenutzern her. Eine eindeutige Reaktion bzw. Handlung soll hervorgerufen werden. Um die pragmatische Zeichendimension vollständig Erfassen zu können, ist es notwendig, die psychologischen, sozialen und ökonomischen Bedingungen der Kartennutzer zu analysieren (Freitag 1992: 4).

Die Semiotik in ihrer Gesamtheit lässt sich nicht nur auf diese drei Punkte beschränken. Diese Punkte sind für Karten und kartenverwandte Darstellungen ein wichtiger Bestandteil, denn die Kommunikation zwischen Papierkarten und Kartenlesern beschränkt sich rein auf die visuelle Ebene. Das Buch über die «Graphische

Semiologie» von Jacques Bertin (1974) befasst sich ausschließlich mit der visuellen Kommunikation. Mit Hilfe seines in sich geschlossenen Systems, welches in Form von graphischen Variablen definiert ist, sollte es rein theoretisch möglich sein, jegliche Information auf eine korrekte Weise darzustellen. Ob ein Thema richtig dargestellt wird, hängt alleine vom Wissensumfang des Kartographen ab. Dazu zählen Kenntnisse, Erfahrungen und Fähigkeiten im Umgang mit den zu verwendenden Daten und kartographischen Prozesse [siehe A.1 Kommunikationsmodelle].

Es gibt zwei unterschiedliche Ansätze, wie Informationen über Zeichen transportiert werden können:

- | Triadisches Modell nach Peirce [Objekt, Zeichenträger, Interpret]
- | Dyadisches Modell nach de Saussure [sprachliche Ausdruck, Inhalt]

Für kartographische Zeichen ist das triadische Modell [siehe Bild 10] besser geeignet als das dyadische Modell, welches auf der Linguistik basiert (Hake et al. 2002: 11).

Mit Hilfe eines triadischen Modells lässt sich das Semiotische Dreieck mit den drei Parametern Objekt, Zeichenträger und Interpret bilden. Dieses Dreieck lässt sich aus 3 verschiedenen Perspektiven betrachten, da ein Parameter jeweils die Funktion des Mediators zwischen den beiden verbleibenden Parametern übernehmen kann. Jede dieser Zeichenbeziehungen [Perspektiven] legt den Schwerpunkt dabei auf unterschiedliche



Bild 10: triadisches Modell – Zeichen als Mediator

kartographische Fragestellungen (MacEachren 1995: 245). Im triadischen Modell übernehmen die graphischen Variablen von Bertin die Rolle des Zeichenträgers.

Die Semiotik als ganzes besteht nicht nur aus der visuellen Kommunikation. Die gesamte Umwelt der Prozesskette spielt dabei eine Rolle und gehört ebenfalls zur Semiotik. Dadurch ergeben sich viele kleine Systeme, unter anderem das graphische System von Bertin, die sich jedoch nicht in ein komplettes, ganzes System integrieren lassen (Eco 1994: 439). Aufgrund dieser Tatsache kann der Verlauf und die Wirkung der Kommunikation nicht immer exakt vorhergesagt werden.

Um eventuelle Missverständnisse von vornherein so gering wie möglich zu halten, ist im Vorfeld eine Analyse der potentiellen Zielgruppe notwendig. Je genauer die Zielgruppe bekannt ist, desto präziser kann der Code für die Übermittlung der

Information festgelegt werden. Das richtige Verstehen der Information muss Maßstab der Kommunikation sein.

3.3 Wahrnehmungsprozess

Der Wahrnehmungsprozess beginnt mit der sensorischen Empfindung. Diese Empfindung entsteht durch die Reizung der Sinnesorgane, welche durch physikalische Objekte/Ereignisse hervorgerufen werden (Christmann 1999: 1).

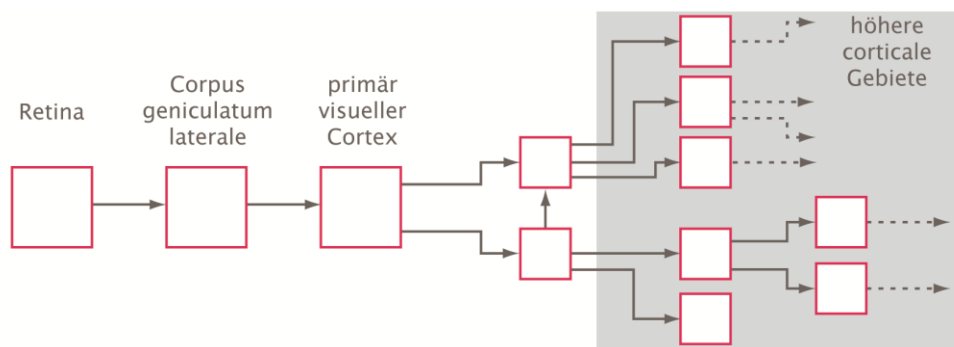


Bild 11: Weg der Sehbahn von der Netzhaut bis ins Gehirn (Hubel 1989: 22)

Stark vereinfacht läuft die Prozesskette wie in Bild 11 skizziert ab. Sichtbares, weißes Licht [zwischen ca. 400nm und ca. 700nm] trifft auf die Netzhaut [Retina] und wird gebündelt. Die Netzhaut, bestehend aus Stäbchen und Zapfen wandelt das Licht in Nervensignale um, welche über den Sehnerv an die entsprechenden Stellen im Gehirn weitergeleitet werden. Die höheren corticalen Gebiete im Gehirn versuchen diese Signale sinnvoll zu interpretieren und am Ende des gesamten Prozesses steht ein Bild, welches Form, Tiefe, Bewegung, Farbe und Struktur enthält (Hubel 1989: 11, 18, 45).

Dieser erste Schritt kann, ohne jeglichen äußeren Einfluss, schon fehlerbehaftet sein. Die Rezeptoren der Netzhaut bestehen aus Stäbchen und 3 verschiedene Arten von Zapfen. Jeder Rezeptor besitzt ein lichtempfindliches Pigment welches abhängig von der Wellenlänge [kurz, mittel, lang] eine chemische Reaktion auslöst und dadurch das Farbsehen ermöglicht (Hubel 1989: 168). Ist ein Rezeptor-Typ nicht vorhanden, oder funktioniert nur eingeschränkt spricht man von Farbenblindheit. Als Protanopia [Rotblindheit] bezeichnet man das Fehlen des langwelligen Rezeptorpigments, fehlt das mittelwellige Rezeptorpigment, handelt es sich um Deutanopia [Grünblindheit] (Ware 2004: 99). Die Tritanopia [Blaublindheit] tritt dann auf, wenn kurzwelliges Licht nicht verarbeitet werden kann.

Mit dem entstandenen Bild, ob korrekt oder fehlerbehaftet, ist der Wahrnehmungsprozess abgeschlossen und es beginnt der Prozess der Informationsverarbeitung. Im kartographischen Sinne findet eine Transformation des konkreten Kartenraumes in den abstrakten Vorstellungsraum statt (Hake et al. 2002: 13). Der Vorstellungsprozess geht einher mit der Karteninterpretation bzw. der Informationsverarbeitung.

3.4 Informationsverarbeitung

Die Karteninterpretation ist ein grundlegender Bestandteil um Informationen aus einer Karte zu entnehmen. Es geht hierbei um das Erkennen und sachliche Auslegen des Karteninhalts (Ogrissek 1983: 288). Hake (2002: 384) bezeichnet das Kartenlesen als Karteninterpretation im weiteren Sinne und gliedert diesen Begriff in 5 aufeinanderfolgende Punkte:

- | Das **Wahrnehmen** eines Objektes nach Lage und Art [Qualität]
- | Das **Auszählen**, Ermitteln der Anzahl von Objekten gleicher Art [Quantität]
- | Das **Schätzen** bzw. der überschläglichen Ermittlung einer Quantität
- | Das **Vergleichen** von qualitativen bzw. quantitativen Werten
- | Das **Deuten** des Gesamtzusammenhanges als Erkenntnisgewinn

Dieses Vorgehen für eine Karteninterpretation ist gleichermaßen für topographische wie thematische Karten möglich. Da es sich bei Anamorphosen laut Bertin (1974: 293) aber um ein graphisches Bild handelt, wird die «Theorie des Graphischen Bildes» (Bertin 1974: 147) als Informationsverarbeitung zu Grunde gelegt.

Die Theorie des Graphischen Bildes von Bertin basiert darauf, dass der Leser beim Betrachten einer Zeichnung einen semantischen Zweck aufgrund einer genauen Fragestellung verfolgt (Bertin 1974: 174). Ausgangspunkt bildet der Leseprozess, welcher in 3 gedankliche Schritte unterteilt werden kann (Bertin 1974: 148). Alle nachfolgenden Bilder stammen aus dem Buch «Graphische Semiologie» von Bertin aus dem Jahre 1974 [Bild 12–Bild 20]:

- | Die **externe Identifizierung** beruht auf Gewohnheiten, dem Wiedererkennen von Worten, Formen oder Farben. Die Komponenten/Invarianten werden analysiert [siehe Bild 12].
- | Die **interne Identifizierung** dient der Erkennung, durch welche Variable jede Komponente dargestellt wird. In einer Karte ist dazu die Legende verantwortlich [siehe Bild 13].

Die **Wahrnehmung der ursprünglichen Beziehungen** kann nur dann stattfinden, wenn der Leser die Verteilung der Komponenten erfasst hat und in Beziehung zur Variablen setzen kann [siehe Bild 14].

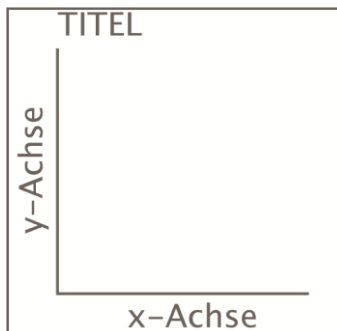


Bild 12: externe Identifizierung

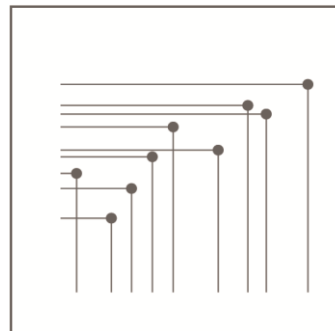


Bild 13: interne Identifizierung

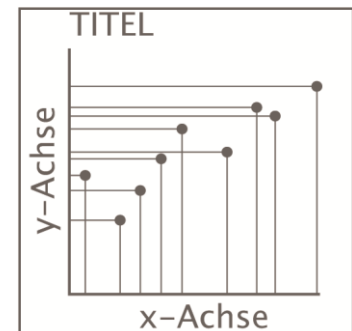


Bild 14: ursprüngliche Beziehung

Nachdem der 3. Schritt von den Lesern vollzogen worden ist, kann die dargestellte Information abgefragt werden. Zu jeder einzelnen Information gibt es jedoch nur eine endliche Anzahl an möglichen Fragen, die alle anhand eines Wertes genau beantwortet werden können. Die Wahrnehmung der ursprünglichen Beziehungen lässt sich in die Stufen des Erfassens weiter aufteilen, wobei jeder einzelnen Stufe entsprechende Frage-Typen zugeordnet werden können:

Elementare Stufe des Erfassens

→ Ein einziges Element einer Komponente wird betrachtet, welches zu einer einzigen Beziehung führt [Bild 15].

Mittlere Stufe des Erfassens

→ Eine Gruppe von Elementen einer Komponente wird betrachtet, die zu einer Gruppe von Beziehungen führt [Bild 16].

Obere Stufe des Erfassens

→ Eine Komponente wird als Ganzes betrachtet und dadurch besteht die Möglichkeit, die Information mit anderen Informationen zu vergleichen [Bild 17].

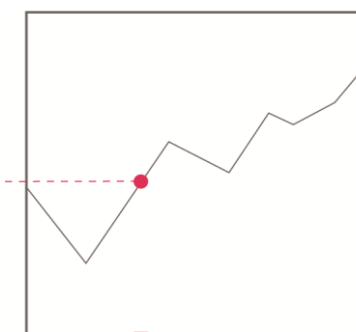


Bild 15: elementare Stufe

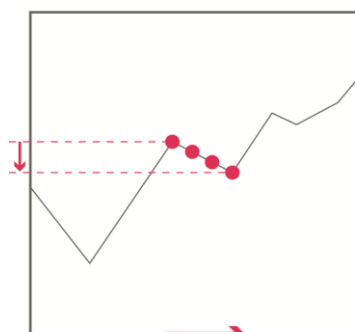


Bild 16: mittlere Stufe

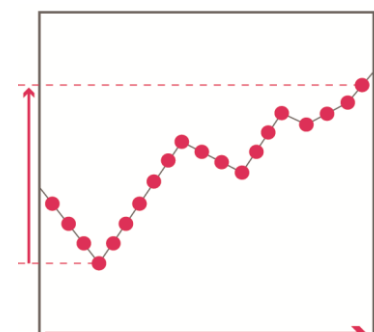


Bild 17: obere Stufe

Jeder Stufe lassen sich Frage-Typen zuordnen [Bild 18 – Bild 20], welche je nach Anzahl der dargestellten Komponenten variieren können. Durch verschiedene Kombinationen wird eine vollumfängliche Erfassung des dargestellten Inhalts ermöglicht.

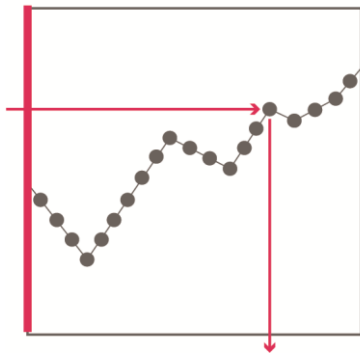


Bild 18: Frage-Typ Wo?

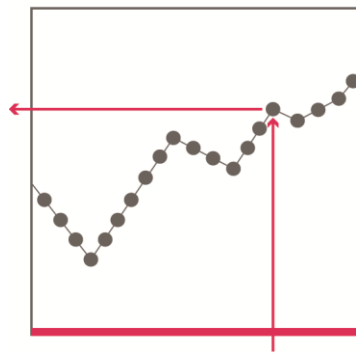


Bild 19: Frage-Typ Wie viel?

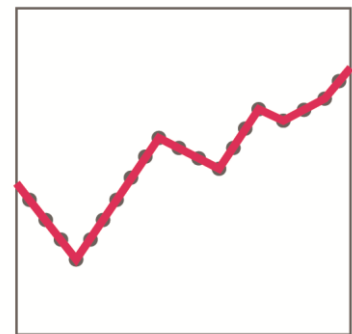


Bild 20: Frage-Typ Tendenz

Aufgrund der richtig gegebenen Antworten kann eine Graphik auf ihre Funktionsweise überprüft werden und evtl. Mängel an der Darstellungsweise aufzeigen. Anhand der Antwort [richtig oder falsch] und dem Zeitaufwand lässt sich ableiten, ob die Graphik in ihrer ursprünglichen Beziehung und der gestellten Frage richtig verstanden wurde. Ist dies der Fall, darf dies als ein graphisches Bild bezeichnet werden. Eine «visuell erfassbare, bedeutungstragende Form, die mit einem Minimum an Zeitaufwand wahrgenommen werden kann» (Bertin 1974: 150).

Das Zusammenspiel zwischen den drei Erfassungsstufen und den Fragetypen ergeben ein in sich geschlossenes System, welches genügend Freiraum für die Gestaltung des Fragebogens gewährt. Aufgrund der schlanken Struktur lassen sich einfache wie schwierige Fragen unterschiedlichster Art gestalten und diese wiederum den Erfassungsstufen, je nach betrachteten Elementen, zuordnen. Nach Auswertung der Umfrage können dadurch die Forschungsfragen für jede der drei Stufen separat beantwortet werden.

4 Methodik

Das Ergebnis der Studie soll die am Anfang der Arbeit bereits erwähnten 3 Forschungsfragen beantworten:

- | Gibt es unterschiedliche Interpretationen zwischen Anamorphose und Choroplethenkarte bei gleichem Inhalt?
- | Werden Anamorphosen mit Flächenfärbung richtig interpretiert, d.h. wird der Zusammenhang zwischen Größe und Farbe erkannt?
- | Lässt sich eine Kartenanamorphose als Grundlage für eine thematische Kartenserie verwenden?

Auf dieser Grundlage basiert die Entwicklung und Herstellung der beiden Kartentypen und auch die sich daraus ergebende Fragestruktur. Die fertige Karte soll einen sehr hohen Grad an Realität erreichen und es sollte auch möglich sein, diese ohne große Veränderung in einer Zeitung oder einem Atlas zu veröffentlichen. Es soll nicht ersichtlich sein, dass es sich um eine Experiment- bzw. Testkarte handelt. Diese Karten und Fragen sind nicht an eine bestimmte Zielgruppe gerichtet, sondern können von Laien wie Experten gleichermaßen beantwortet werden. Daher bestimmen die an der Umfrage teilnehmenden Personen aufgrund ihres Alters, Geschlechtes und Vorwissens die Zielgruppe.

Anhand der bereits durchgeführten Studien und aus Gründen der Vergleichbarkeit lassen sich folgende gestalterische Eckpunkte der beiden Kartentypen bzw. Darstellungsmethoden zusammenfassen, damit eine inhaltliche Konsistenz vorhanden ist, und die Resultate untereinander vergleichbar sind:

- | Der gewählte Kartenausschnitt darf nicht sofort als ein bekanntes Land eindeutig identifizierbar sein, da eventuelles Vorwissen über die Bevölkerungsstruktur in dieser Region das Ergebnis beeinflussen kann.
- | Das Thema und der Inhalt müssen in beiden Darstellungsarten identisch sein.
- | Die Karten sollen gut lesbar sein und die Diagramme sich nach Möglichkeit nicht überlagern.
- | Der Titel sowie jegliche andere Schriften müssen in beiden Kartentypen unterschiedslos sein.
- | Die Anzahl an administrativen Einheiten muss annähernd ähnlich sein.
- | Die thematischen Karten dürfen sich in ihrer Größe nicht stark unterscheiden.

- | Die administrativen Einheiten sollen vom Charakter her sowohl rechteckige als auch organisch gewachsene Formen aufweisen, da durch die Transformation der ursprünglichen Form der Charakter der Karten sich mehr oder weniger stark verändert.
- | Die Übersichtskarte muss bei beiden Darstellungsarten in gleicher Form und Größe vorhanden sein.
- | Die Anordnung der Legende muss in beiden Darstellungsarten gleich sein.
- | Alle in der Legende vorkommenden Werte/Klassen müssen mindestens einmal in der Karte vorhanden sein.
- | Die Verteilung der thematischen Daten soll über den gesamten Kartenausschnitt harmonisch verteilt sein.

4.1 Daten

Das Thema, welches in thematischen Karten dargestellt wird, bezieht sich in den meisten Fällen auf die in einer Bezugsfläche lebenden Menschen (Burgdorf 2008). Die Arbeitslosigkeit erscheint in diesem Zusammenhang ein geeignetes Thema zu sein, da diese Thematik vielen Menschen vertraut ist und die entsprechenden statistischen Daten voraussichtlich hochauflösend vorhanden sind.

Einen signifikanten Unterschied bei administrativen Einheiten kann man beobachten, wenn Gemeindegrenzen eines europäischen Landes mit den Countygrenzen in den Vereinigten Staaten von Amerika verglichen werden. Die Gemeindegrenzen auf europäischer Ebene besitzen eher amorphe Umrisse wobei die Grenzen der Countys in Amerika häufig rechteckig ausgeprägt sind.

Von Seiten des Geographischen Instituts der Universität Zürich standen mehrere statistische Datensätze zur Verfügung. Nach Überprüfung auf deren jeweilige Eignung stammen die geometrischen Daten letztendlich aus dem ESRI-Datensatz «ESRI Data & Maps 2008» für die rechteckigen Countys von Amerika und dem Swisstopo-Datensatz «Vector200» für die amorphen Gemeinden der Schweiz.

Die statistischen Daten für die amerikanischen Countys stammen vom öffentlich und frei zugänglichen Bureau of Labor Statistic [<http://www.bls.gov/home.htm> – Datensatz: «Labor force data by county, not seasonally adjusted, February 2009–March 2010»]. Die statistischen Daten, welche in Verbindung mit dem Vector200-Datensatz zum Einsatz kommen, stammen aus der Volkszählung der Schweiz von 2000 [Bundesamt für Statistik – Datensatz: «Erwerbspersonen 15 bis 64 Jahre nach Gemeinde, Sozio-professionellen Kategorien, Jahr»].

Beide Datensätze teilen die erwerbsfähigen Personen [siehe Bild 21] in die Gruppe der erwerbslosen Personen und in die Gruppe der erwerbstätigen Personen ein. Dadurch lässt sich für jede Gemeinde und jedes County der Anteil von erwerbslosen Personen aufgrund der dort lebenden erwerbsfähigen Personen berechnen.



Bild 21: Zusammensetzung der statistischen Daten

Die zeitliche Differenz zwischen beiden statistischen Datensätzen spielt dabei keine Rolle, da die Werte der beiden Länder nicht miteinander verglichen werden, sondern nur für die momentan angezeigte Karte im Fragebogen relevant sind. Dem zeitlichen Unterschied zwischen den statistischen Daten und den Geometriedaten ist nur beim Vector200 Aufmerksamkeit zu schenken. Die statistische Datengrundlage der Volkszählung des BFS stammt aus dem Jahr 2000 und die Geometriedaten der Swisstopo stammen aus dem Jahr 2006. In dieser Zeit fanden in der gesamten Schweiz einige Gemeindefusionen statt, welche nachträglich in den statistischen Daten manuell aggregiert werden müssen.

Aus diesen Datensätzen wurden mit Hilfe der Programme ESRI ArcGIS 9.3, Microsoft Excel 2007, ScapeToad [Anamorphose-Software] und Adobe Illustrator CS4 mehrere Beispielregionen komplett aufbereitet. Letzten Endes wird für die Umfrage ein Teil des Bundesstaats Kansas [quadratisch/rechteckig] und eine Auswahl an zusammenhängenden Gemeinden der Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft [amorph] verwendet.

4.2 Stimuli

Die endgültigen Stimuli der beiden Regionen sind optimiert für eine Darstellung auf einem Monitor mit mindestens 19" Bilddiagonale und einer Auflösung von 1280x1024 Pixel. Dies entspricht der Mindestgröße der Monitore in den Laboren der Universität Zürich als auch der Hochschule Karlsruhe.

Die Anordnung der Elemente Titel, Karte und Legende erfolgt nach Imhof, der für eine Rahmenkarte eine horizontale Anordnung der Legende auf der rechten Seite vorsieht (Imhof 1972: 248). Aufgrund der in der westlichen Welt üblichen Leserichtung von links nach rechts steht die Übersichtskarte mit den markierten Elementen, die es zu identifizieren gilt, ganz links, gefolgt von der thematischen Karte in der Mitte, aus welcher der Wert abgelesen wird und ganz rechts die Legende, bei der die Größe und Farbe mit einer Zahl in Verbindung gebracht werden kann.

Der Titel aller Karten lautet: «ANTEIL DER ERWERBSLOSEN PERSONEN AUF GEMEINDEEBENE – GEMESSEN AN ERWERBSFÄHIGEN PERSONEN». Daraus ergeben sich für die Legende zwei Blöcke. Zum einen die erwerbslosen Personen [Relativwerte], die mittels Helligkeit dargestellt und zum anderen die erwerbsfähigen Personen [Absolutwerte], welche über die Größe kommuniziert werden [Bild 22].

Die Helligkeitsabstufungen für die erwerbslosen Personen wurden mit colorbrewer2 erzeugt. Ein Onlinewerkzeug [<http://colorbrewer2.org/>] mit dem Farbschemata erstellt und für verschiedene Programme exportierbar sind. Für ArcGIS 9.3 ist ein Plug-In vorhanden, mit dem die Farbschemata direkt innerhalb des Programms erstellt werden

können. Dabei werden dem Nutzer unter Eingabe der gewünschten Klassenanzahl und Skalierung der Daten ein passendes Farbschema geliefert. Für diese Schemata stehen zusätzliche Informationen bzgl. der Lesbarkeit für Farbenblinde als auch für diverse elektronische Endgeräte zur Verfügung (Brewer 2003: 159). Damit zwei direkt nebeneinander liegende Gemeinden gleicher Flächenfärbung als unterschiedliche Gemeinden ersichtlich sind, wurden nachträglich die Grenzkonturen mit einem entsprechend kontrastreichen Grauton versehen.

Die Kreisdiagramme für die Choroplethenkarten wurden mit Hilfe der Adobe Illustrator™-Plug-Ins für thematische Kartographie der ETH Zürich erstellt. Dabei können Schwellenwerte für die Größe der Diagramme eingestellt werden, um Mindestdimensionen zu gewährleisten. Die Stärke der Konturlinien wird automatisch an die Diagrammgröße angepasst, damit kleine Diagramme nicht zu dominant erscheinen. Zusätzlich werden kleine Diagramme automatisch vor großen Diagrammen platziert (Hurni und Hutzler 2008). Die Farbe der Kreisdiagramme wurde anhand der Figur-Grund Beziehung gewählt. Hierfür eignen sich Farben, die sich im Kontrast von der Grundfläche abheben (Slocum et al. 2009: 217). Für die Choroplethenkarten mit Kreisdiagramme wurden abwechselnd die Farben blau und gelb verwendet, welche zusammen mit der Hauptfarbe der Flächenfärbung [Magenta] ein Dreieck im Farb-raum darstellen und dadurch in allen Kombinationen den größtmöglichen Kontrast vorweisen können.

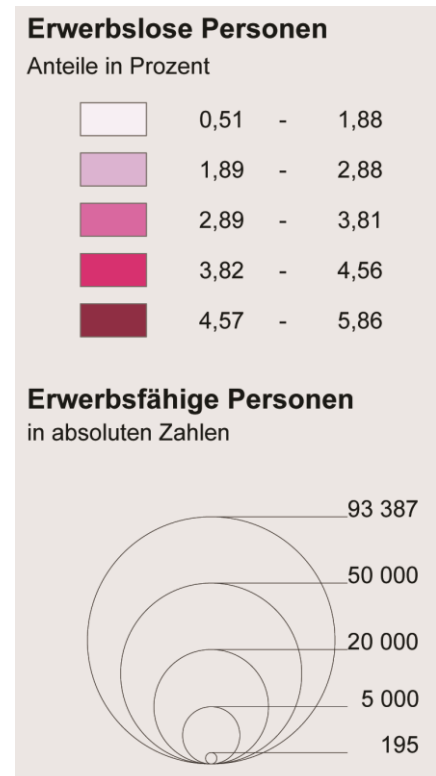


Bild 22: Legende Choroplethe [Basel]

Trotz Berücksichtigung aller Eventualitäten können optischen Täuschungen nicht vorhergesagt und beeinflusst werden, da die geographische Verteilung der Daten die Flächenfärbung oder Position der Symbole bestimmt (Brewer 2005: 129). Während der Erstellung der Kartenbeispiele wurde versucht, die Möglichkeit an optischen Täuschungen möglichst gering zu halten.

Zu beobachten ist die Helligkeitskonstanz, welche ein Phänomen beschreibt, bei der aufgrund einer sich ändernden Hintergrundfarbe [Flächenfärbung] dieselbe Farbe [Kreisdiagramme] heller oder dunkler erscheint (Rock 1985: 28). Dies wird in ähnlicher Weise auch als Simultankontrast bezeichnet [Bild 23]. Vereinfacht tritt dieser auf, wenn auf zwei unterschiedlichen Hintergrundfarben zwei Symbole auftreten, die sich nur in ihrer Helligkeit unterscheiden. Je nach Situation können beide Symbole in ein und der selben Farbe empfunden werden (Brewer 2005: 128).

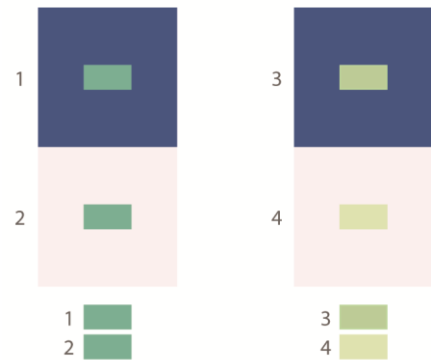


Bild 23: Simultankontrast (Brewer 2005: 128)

Eine weitere optische Täuschung, welche nicht beeinflusst werden kann, ist die Abhängigkeit der Umgebung für die Relativität von Größen. Dieses Phänomen wird auch Ebbinghaus-Illusion genannt. Dabei erscheinen zwei gleich große Kreise, je nachdem ob sie von größeren oder kleineren Kreisen umgeben sind, unterschiedlich. Der gleiche Kreis erscheint größer, wenn er von noch größeren Kreisen umgeben ist. Sind dagegen die umliegenden Kreise kleiner, empfindet man den zu betrachtenden Kreis größer (Slocum et al. 2009: 309). Dies lässt sich an den farblosen Kreisen in Bild 24 beobachten. Jedoch sind nicht nur die Kreisdiagramme von der Ebbinghaus-Illusion betroffen, sondern auch die Polygone der Gemeinden bei der die Flächenfärbung noch hinzukommt. Wird eine dunkle Fläche von mehreren hellen Flächen umgeben, erscheint dieses Polygon noch dunkler [Helligkeitskonstanz]. Ist diese Fläche zusätzlich noch durch mehrere kleinere, hellere Flächen umgeben wirkt sie noch größer [Ebbinghaus-Illusion]. Es kann dadurch quasi zu einer „doppelten“ Illusion kommen, wie an den farbigen Kreisen von Bild 24 zu erkennen ist



Bild 24: Ebbinghaus-Illusion

Bild 25 und Bild 26 stellen die endgültigen, amorphen Stimuli der Region Basel dar, wie sie in der Umfrage zu sehen sind. Die entsprechenden Beispielstimuli der rechteckigen Karten von Kansas sind im Anhang [ab A.3–2] zu finden.

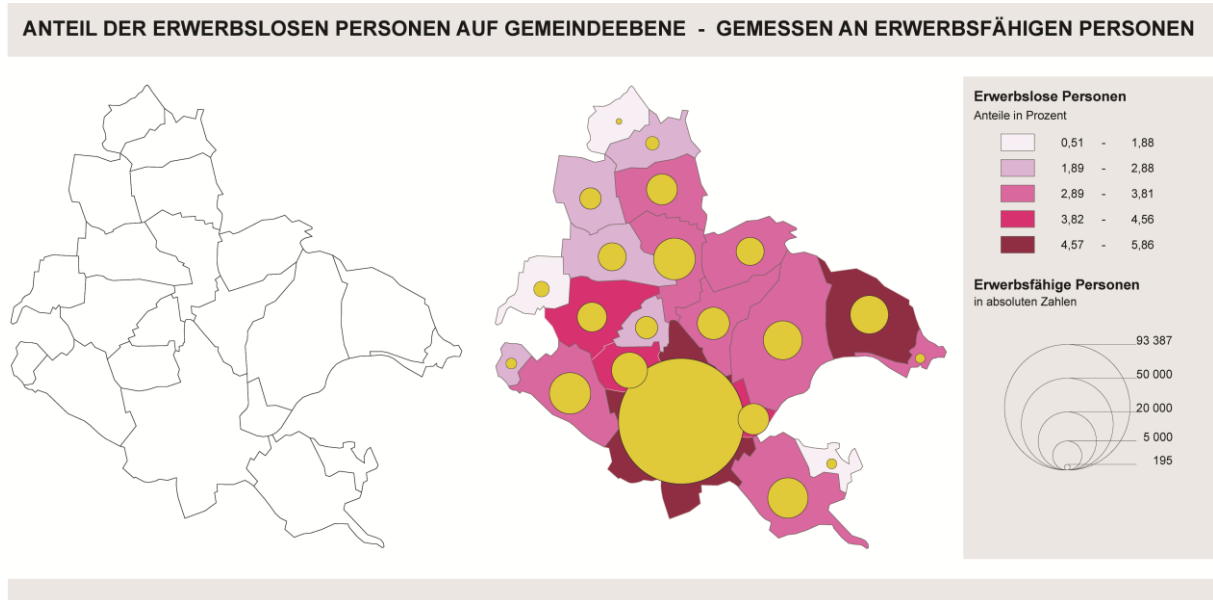


Bild 25: Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen [amorph | Basel]

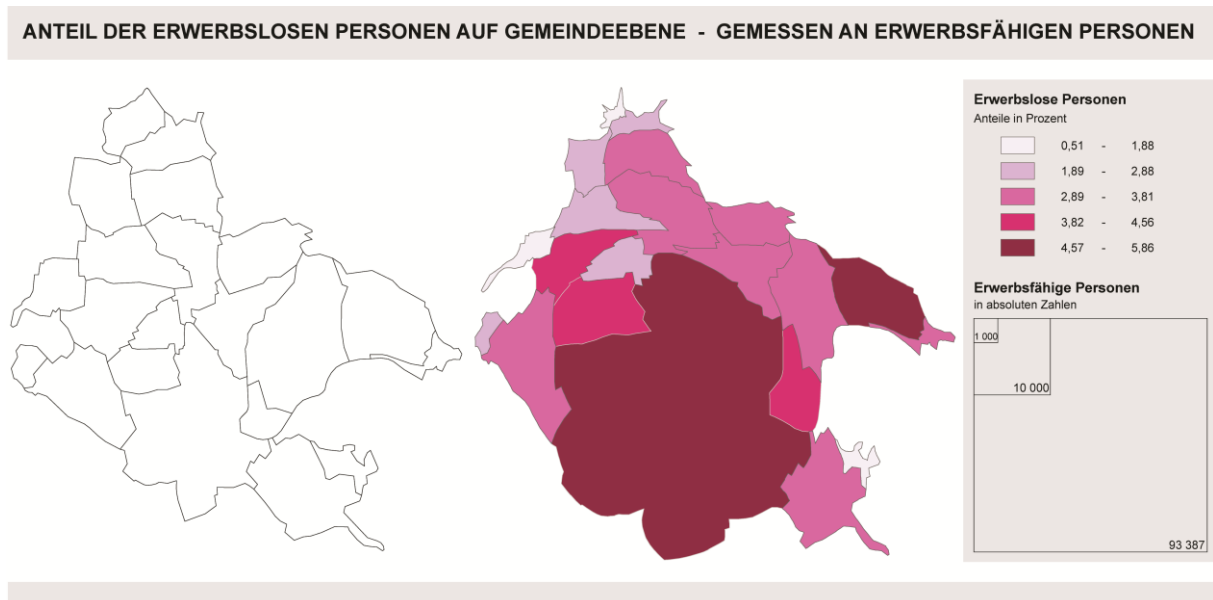


Bild 26: Kartenanamorphose [amorph | Basel]

4.3 Design der Studie

Für die Datenerhebung wird ein Onlinefragebogen eingesetzt. Mit diesem effektiven Werkzeug werden die Antworten automatisch ausgezählt und die benötigte Zeit zum Beantworten einer Frage aufgezeichnet. Die durch den Onlinefragebogen möglicherweise entstehenden Komplikationen werden weiter unten bei der Kompensation der Probleme beschrieben. Die Definition der unabhängigen und abhängigen Variablen steht am Anfang der Fragebogenkonstruktion und bildet das Fundament für die spätere Auswertung. Die unabhängige Variable ist diejenige, welche vom Experimentiersteller manipuliert wird. Das Ziel eines Experimentes soll sein, den Einfluss einer unabhängigen Variablen herauszufinden (Martin 2008: 131). Der Kartentyp [Choroplethe/Anamorphose] ist die erste, die Region [Basel/Kansas] die zweite und der Fragetyp [einfach/schwierig] die dritte unabhängige Variable. Die abhängige Variable dagegen stellt den Messwert des Verhaltens dar (Martin 2008: 136). In diesem Fall sind es die Richtigkeit der Antworten und die dafür benötigte Zeit um diese Antwort zu geben. Dadurch lassen sich zwei Kombinationen pro unabhängiger Variable bilden, die später je nach Antwortverhalten der Probanden weiter unterteilt werden müssen:

- | Kartentyp – Richtigkeit der Antworten/benötigte Zeit
- | Region – Richtigkeit der Antworten/benötigte Zeit
- | Fragetyp – Richtigkeit der Antworten/benötigte Zeit

In der Umfrage werden untenstehende Kombinationen an Darstellungsmethoden abgefragt. Dabei soll es möglich sein, die beiden Darstellungsarten der beiden Regionen auf Grundlage der Fragen direkt miteinander vergleichen zu können:

- | Basel–Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen
- | Basel–Kartenanamorphose
- | Kansas– Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen
- | Kansas– Kartenanamorphose

Die Kartentypen wurden bereits in Kapitel 4.2 Stimuli erläutert. Die Gestaltung der Fragen dagegen ist abhängig von der Struktur des Fragebogens. Hierbei gibt es zwei Möglichkeiten: Erstere splittet die Teilnehmer in zwei Gruppen auf und jede Gruppe sieht entweder den einen oder den anderen Kartentyp [Between–Subjects]. Die zweite Möglichkeit ist, dass jeder Proband beide Kartentypen zu sehen bekommt [Within–Subject]. Zum Einsatz kommt, aufgrund der situationsbedingten Vorteile, die Within–Subject Struktur. Der Hauptvorteil dieser Fragebogenstruktur ist, dass

weniger Probanden als bei einer Between-Subjects Struktur benötigt werden. Aus statistischer Sicht hat es den Vorteil, dass die Ergebnisse beider Kartentypen direkt miteinander verglichen werden können, da die Umstände für die Probanden jeweils identisch sind (Martin 2008: 154). Der große Nachteil dabei ist, dass ein gewisser Lern- und Transfereffekt auftreten kann und die teilnehmenden Probanden durch unsystematische innere Einflüsse [Motivation, Müdigkeit] das Ergebnis verfälschen können (Bühner 2006: 26).

Um die Motivation aufrecht zu erhalten sollte die Umfrage insgesamt nicht länger als 20–25 Minuten dauern. Durch erklärende Überleitungen zwischen den Fragebogen-teilen kann eine gewisse Erholung von Geist und Auge stattfinden. Weiter soll der angesprochene Lerneffekt dadurch minimiert werden, dass keine gleiche Frage für ein und denselben Kartentyp direkt hintereinander gestellt wird. Damit die Probanden für die einzelnen Fragen nicht jedes Mal die gleiche Karte zu sehen bekommen, die Region aber dieselbe bleiben kann, werden die Karten im Zufallsprinzip rotiert und den Fragen zugeordnet: in Originalposition, um 180° gedreht und in gespiegelter Form. Eventuell auftretende, unsystematische äußere Einflüsse, welche die Untersuchungssituation betreffen, wie z.B. Raumtemperatur, Lichtverhältnisse oder die Internetverbindung sollen nach Möglichkeit ganz ausgeschaltet oder zumindest kontrolliert werden. Können sie nicht ausgeschaltet werden, müssen sie als Faktoren [unabhängige Variable] in der Untersuchung mit berücksichtigt werden (Beller 2008: 128). Aus diesem Grund werden alle Probanden eine identische Infrastruktur vorfinden, damit auf diese zusätzliche Variable verzichtet werden kann.

Entstehende Nachteile sollen dadurch kompensiert werden, indem die Umfrage in mehrere Abschnitte gegliedert wird. Zu Beginn werden allgemeine Informationen [Alter, Geschlecht, Brille] und vorhandenes Vorwissen der Probanden erfragt. In diesem Teil erfolgt ebenfalls ein Pretest, in welchem die Identifizierungsfähigkeit von ein und derselben Gemeinde zwischen Übersichtskarte und thematischer Karte überprüft werden soll. Der zweite Teil beinhaltet zwei Testfragen, die in der Endauswertung nicht berücksichtigt werden. Die beiden Testfragen besitzen funktionierende Buttons, damit sich die Teilnehmer mit den Elementen vertraut machen können, welche sie in den Teilen 3 und 4 erwarten.

| 1. Pretest	Eingangsfragen
| 2. Übungsaufgaben	Testfragen
| 3. Fragen Teil 1 | 2	einfache Fragen
| 4. Fragen Teil 2 | 2	schwierige Fragen

Die Einschränkungen, welche durch die Art der Experimentstruktur entstehen, wirken sich letztendlich auf die Vielfältigkeit und Gestaltung der Fragen im dritten und vierten Teil aus. Ziel dieser Fragen muss es sein, so viel Information wie möglich aus der Karte mit einem Minimum an Zeitaufwand zu erfragen. Dabei muss unter anderem beachtet werden, dass jede Karte zwei verschiedene Arten von Informationen darstellt: Absolute Daten der erwerbsfähigen Personen und relative Daten der erwerbslosen Personen. Beide Datensätze müssen gleichermaßen berücksichtigt und behandelt werden. Die entstehende Fragestruktur baut auf den in Kapitel 3.4 Informationsverarbeitung angesprochenen Erfassungsstufen nach Bertin und denen sich daraus ergebenden Fragen auf. Die elementare, sowie die mittlere Erfassungsstufe bilden dabei den Block der einfachen Fragen und die obere Erfassungsstufe den der schwierigen Fragen. Die Fragen nach dem Wo? und Wie? lassen sich der elementaren und mittleren Erfassungsstufe zuordnen. Fragen nach der Tendenz oder Dichte dagegen gehören zur oberen Erfassungsstufe. Aufgrund des veranschlagten Zeitaufwandes muss dabei jede der vier Kartenkombinationen mit 7 Fragen auskommen.

Mit diesen 7 Fragen [siehe Tabelle 2] muss die ganze Spannweite der Werte abgefragt werden. Dabei muss sowohl der Maximalwert [Frage F1] als auch der Minimalwert [Frage F2] enthalten sein. Die mittleren Werte werden über die Fragen F3–F7 abgefragt [siehe Tabelle 3]. Da aber nicht nur das Erkennen oder Berechnen der Werte relevant ist, sondern auch die Entfernung zwischen den zu vergleichenden Gemeinden, wird diese ebenfalls den einzelnen Fragetypen zugeordnet. Diese Zuweisung trifft jedoch nicht nur auf die geographische Entfernung zu, sondern auch auf die Wertabstände. Berücksichtigt wird dies bei der Auswahl der Antwortmöglichkeiten und ist für beide Darstellungsmethoden einer Region kongruent und daher direkt vergleichbar.

Tabelle 2: ausformulierte Fragen

FRAGE	
F1	In welcher Gemeinde gibt es am meisten erwerbsfähige Personen?
F2	Wie hoch ist der Anteil der erwerbslosen Personen in Gemeinde X?
F3	In welcher gekennzeichneten Gemeinde gibt es mehr erwerbsfähige Personen?
F4	In welcher der gekennzeichneten Gemeinden gibt es prozentual den geringsten Anteil an erwerbslosen Personen?
F5	In welcher Region gibt es mehr erwerbsfähige Personen?
F6	Gegeben ist Gemeinde A: Welche Aussage trifft zu?
F7	In welcher Gemeinde hat es die höhere Dichte an erwerbsfähigen Personen?

Tabelle 3: Grobstruktur der Fragen

	STUFE	FRAGE	NIVEAU	LEISTUNG	ENTFERNUNG
F1	elementare	Wo?	absolut	erkennen	weit
F2	mittlere	Wie viel?	relativ	erkennen	weit
F3	mittlere	Wo?	absolut	erkennen	nah
F4	mittlere	Wie viel?	relativ	erkennen	nah
F5	obere	Wo? [Tendenz]	absolut	erkennen	
F6	obere	Wo? [Situation]	relativ	berechnen	mittel
F7	obere	Wo? [Dichte]	absolut	berechnen	mittel

Für jede Frage gibt es nur eine mögliche, richtige Antwort. Dabei handelt es sich nicht um klassische Richtig/Falsch oder Ja/Nein-Aufgaben, bei denen ein hoher Prozentsatz an Zufallslösungen [50%] möglich ist (Bühner 2006: 56). Als Antwortmöglichkeiten stehen immer drei Gemeinden [bzw. 2 Regionen] zur Verfügung. Je nach Fragetyp und Entfernung ist die richtige Antwort mehr oder weniger eindeutig. Die Reihenfolge der Fragen und die dazugehörige richtige Antwort wurden jeweils mit Zufallsgeneratoren bestimmt. Ein weiteres Kriterium ist, dass nicht dieselbe Frage für die Region Basel und die Region Kansas direkt hintereinander gestellt wird.

4.4 Durchführen der Umfrage

Die Durchführung der Studie fand komplett an der Hochschule in Karlsruhe statt. Es wurden im Vorfeld mehrere Termine angeboten, an denen sich Studierende und Mitarbeitende einfinden konnten. Einige Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten auch kurzfristig für die Umfrage akquiriert werden. Jeder durchgeführte Termin lief folgendermaßen ab:

- | Die Computer der Teilnehmenden wurden vor Beginn des Tests eingeschaltet und der jeweils vorhandene Internetbrowser getestet, ob eine Verbindung zum Internet besteht.
- | Als alle Teilnehmenden eingetroffen, vor einem eigenen Computer mit Monitor saßen, wurden sie begrüßt und aufgefordert, sich im System anzumelden, den Internetbrowser zu öffnen und das Fenster zu maximieren.
- | Unterdessen wurde an der Türaußenseite ein Schild mit der Aufschrift „EXPERIMENT. BITTE NICHT STÖREN! | EXPERIMENT IN PROGRESS – DO NOT DISTURB“ angebracht.
- | Während sich die Teilnehmenden mit ihrem Benutzernamen der Hochschule Karlsruhe anmeldeten, wurde ihnen mitgeteilt, dass es am Ende der

Umfrage für jeden einen Mensagutschein geben wird und wie dieser einzulösen sei. Anschließend wurde der grobe Ablauf der Umfrage mit dem Hinweis erklärt, dass es unter Umständen einige Sekunden dauern kann, bis eine neue Seite komplett aufgebaut ist.

- | Nun bestand die Möglichkeit letzte Unklarheiten zu erfragen und danach wurde der zur Umfrage führende Link entweder an die Tafel geschrieben, oder über den Beamer an die Wand projiziert [je nach Raum].
- | Es fand eine letzte Kontrolle statt, ob alle am Startbildschirm der Umfrage angekommen und ob der Browser auf die Monitorgröße maximiert wurde.
- | Nachdem alle Probanden die Umfrage beendet hatten, wurde der Mensagutschein verteilt und alle Probanden bekamen zusätzlich Lob und Anerkennung für ihre Teilnahme.

Die Zeit welche eine Person zum vollständigen Ausfüllen des Fragebogens benötigte, lag im Durchschnitt bei geschätzten 20–25 Minuten. Aufgrund dieser Beobachtungen wurden die Instruktionen vor Beginn des Experimentes nicht geändert. Die angesprochenen Probleme beim Seitenaufbau konnten nicht bestätigt werden, wurden aber trotzdem weiter in der einführenden Erläuterung angesprochen. Nach dem Beenden der Umfrage konnte eine durchschnittliche Dauer von 17.14 Minuten [=1028 Sekunden] berechnet werden wie man in Bild 27 sehen kann.

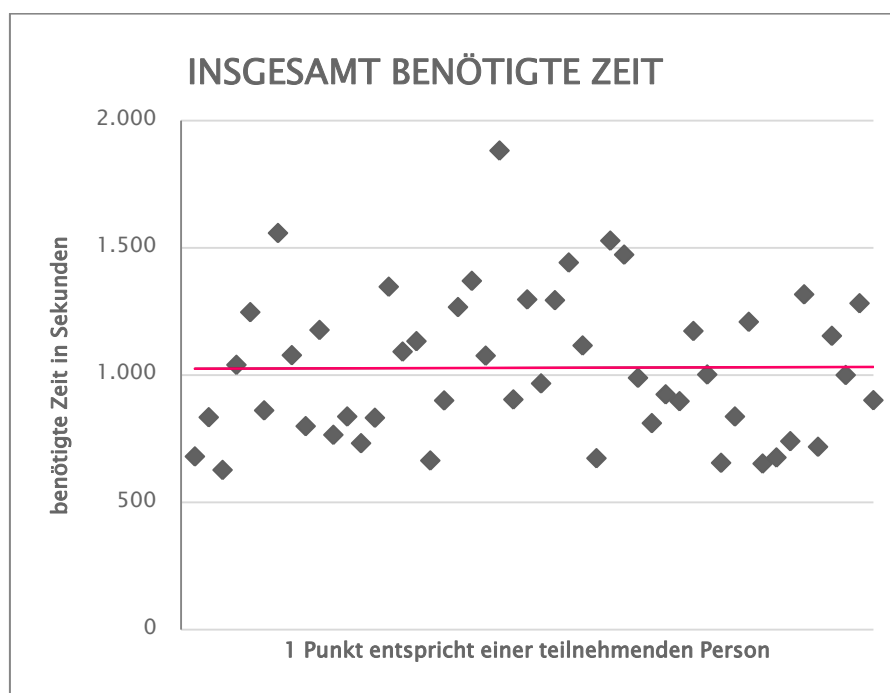


Bild 27: Insgesamt benötigte Zeit zum Beantworten aller Fragen

4.5 Repräsentativität

Aufgrund der zur Verfügung stehenden Zeit können in dieser Studie nur Studierende und Mitarbeiter der Hochschule Karlsruhe, Fakultät für Geomatik, befragt werden [Tabelle 4]. Insgesamt nahmen an der Umfrage 50 Personen [n=50 Fälle] teil. Von diesen 50 Probanden waren 21 [42%] weiblich und 29 [58%] männlich. Nach Auswertung der Antworthäufigkeiten beantworteten alle teilnehmenden Personen alle Fragen der Studie und deshalb muss kein Fall gestrichen werden.

Tabelle 4: Durchführungsorte der Umfrage an der HS Karlsruhe

DATUM	UHRZEIT	RAUM	TEILNEHMER
14.06.2010	17.15 Uhr	B 101	14
15.06.2010	09.15 Uhr	GIS-Pool	5
15.06.2010	11.30 Uhr	B 102	5
16.06.2010	11.30 Uhr	MAC-Pool	8
16.06.2010	13.00 Uhr	MAC-Pool	5
21.06.2010	11.30 Uhr	MAC-Pool	13

Im Durchschnitt waren die Teilnehmer 24.2 Jahre alt und keiner der Teilnehmer gab an, dass je bei ihm eine Farbschwäche festgestellt worden ist. Alle Probanden gaben an, dass sie thematische Karten zur Informationsbeschaffung verwenden. 56% der Teilnehmer benutzen thematische Karten häufig zur Informationsbeschaffung – 24% setzen thematische Karten selten zur Informationsbeschaffung ein. Bis auf 2 Teilnehmer hat jeder mindestens einen der Begriffe verzerrte Karte, Kartenkarikatur, Anamorphose oder Kartogramm im Vorfeld schon gehört. Bei der eigenen Einschätzung im Umgang mit thematischen Karten gaben sich die Probanden im Durchschnitt 3 Sterne bei einer Auswahlmöglichkeit von insgesamt 5 Sternen für ein sehr gut. Dies entspricht umgerechnet der Note befriedigend.

Repräsentativität bedeutet, dass die Stichprobe die Population hinsichtlich der getesteten Merkmale möglichst treffend widerspiegelt (Beller 2008: 86). Daher lässt sich die Zielgruppe/Population für dieses Experiment folgendermaßen definieren: Personen, die im Umgang mit thematischen Karten einigermaßen vertraut sind und ein Grundlagenwissen vorhanden ist.

5 Resultate

Nachdem fünfzig Personen an der Umfrage teilgenommen hatten, konnte die aufwändige Datensammlung abgeschlossen werden. Die Umfrage wurde offline geschaltet und die Ergebnisse konnten, in teilweise aufbereiteter Form, vom Onlineumfragetool <http://www.onlineumfragen.com> downgeloadet werden.

Während der Umfrage wurde für jede teilnehmende Person, je nach Skalenniveau der Frage, ein entsprechender Wert für die gestellte Frage gespeichert. Bei metrischen Fragen wie z.B. nach dem Alter oder Kenntnissen im Umgang mit thematischen Karten wurde die eingegebene Zahl gespeichert. Bei nominalen Fragen mit bereits definierten Antwortmöglichkeiten war es jeweils die gewählte Antwort in Form einer Zahl [1, 2 oder 3], welche gespeichert wurde. Die Erklärungen in den Klammern der Kopfzeile von Tabelle 5 sind im Originalfile nicht vorhanden gewesen.

Tabelle 5: Originalcodierung der gegebenen Antworten

USER-ID	V1[metrisch]	V2[nominal]	---	V44 [nominal]	IP-AGENT
2015059	25	2	---	2	[Browser, OS, IP]
2015060	21	1	---	2	[Browser, OS, IP]

Für jede Frage wurde zusätzlich die benötigte Zeit gespeichert. Diese Information wird in einer separaten Tabelle ausgegeben und kann über die USER-ID mit der Antworttabelle verknüpft werden.

Tabelle 6: Codierung der Antwortzeit

USER-ID	GESAMT_SEC	V1_SEC	V2_SEC	---	V44_SEC
2015059	627	14	3	---	7
2015060	642	6	4	---	14

Alle nominalen Fragen, die nur 1 richtige Antwort haben, wurden im Nachhinein umcodiert. So wurde jede falsche Antwort mit einer 0 und jede richtige Antwort mit einer 1 codiert. In Tabelle 6 entspricht der Wert in V1 dem Alter in Jahren und bleibt bestehen. Ebenso wie V2, welches das Geschlecht [1=weiblich, 2=männlich] der Probanden beschreibt. V44, die letzte Frage der Umfrage hat zwei Antwortmöglichkeiten. Zum einen Region A [1] und zum anderen Region B [2]. Da Region B die richtige Antwort ist, wird in beiden Fällen die 2 zu einer 1 umcodiert. So wird mit den restlichen Antworten ebenfalls verfahren und diese umcodierten Daten bilden die Ausgangstabelle für die statistische Auswertung im SPSS.

Durch das Umcodieren wird ein Aufsummieren der nominalskalierten, richtigen Antworten [n1–n50] mit einem Maximum von 50 richtigen Antworten ermöglicht. Die Daten als Summe besitzen dadurch nicht mehr Nominalskalenniveau, sondern

Intervallskalenniveau. Das ist für die spätere Analyse notwendig. Mit Hilfe der Summe der richtigen Antworten wird der Mittelwert einer Frage berechnet. Dieser Mittelwert kann mit dem Mittelwert einer anderen Frage verglichen werden. Dies ermöglicht eine generelle Aussage, ob eine Frage z.B. besser oder schlechter als eine andere Frage beantwortet wurde.

5.1 Analysemethode

Grundannahme der Auswertung bilden die Forschungsfragen bzw. Hypothesen [siehe 1.2 Ziel der Arbeit]. Mit Hilfe von statistischen Tests können diese Hypothesen geprüft werden. Um die Forschungsfragen gezielt beantworten zu können, müssen die Mittelwerte der Richtigkeit der Antworten pro Frage in Gruppen eingeteilt und diese Gruppen miteinander verglichen werden. Den Vergleich mehrerer Mittelwerte ermöglicht z.B. die Varianzanalyse. Für diese Analysemethode müssen die Daten ein metrisches Skalenniveau [intervall-, ratioskaliert] aufweisen (Backhaus et al. 2006: 120) – diese Voraussetzung ist in diesem Experiment nach dem Umcodieren gegeben. Mit dem Verfahren der Varianzanalyse ist es möglich, die Signifikanz des Unterschieds von Mittelwertdifferenzen zu überprüfen. Es kann aufgezeigt werden, ob der Unterschied zwischen den beiden Vergleichsgruppen statistisch signifikant ist. Die aufgrund des Within-Subjects-Experimentdesigns anwendbare Varianzanalyse ist die sogenannte *repeated measures analysis of variance*. Hierbei werden die Gruppen der unabhängigen Variablen [Kartentyp, Region und Fragetyp] auf Signifikanz bzgl. der abhängigen Variablen [Geschwindigkeit und Richtigkeit] untersucht. Ergeben sich dabei signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen können durch paarweise Mehrfachvergleiche die Mittelwertdifferenzen aller möglichen Paare der Gruppen auf Signifikanz überprüft werden. Diese sogenannten Post-Hoc-Mehrfachvergleiche werden mit einer Korrektur von Bonferroni berechnet (Janssen und Laatz 2010: 356).

Treten während der Analyse sich wiederholende Effekte oder Muster auf, die auf Zusammenhänge zwischen den abhängigen Variablen Richtigkeit und Zeit vermuten lassen, müssen diese weiter durchleuchtet werden. Es geht darum, einen Wirkungszusammenhang zwischen zwei oder mehreren Variablen zu untersuchen (Backhaus et al. 2006: 260). Mit dieser Methode lässt sich ein Korrelationskoeffizient berechnen, der Aussagen über die Stärke und Richtung des Zusammenhangs zulässt (Janssen und Laatz 2010: 387).

Bild 28 bis Bild 30 zeigen die Struktur, mit der die Auswertung durchgeführt wird. Dabei wird zuerst die unabhängige Variable Kartentyp [Bild 28] in die beiden Gruppen der Choroplethen [CHORO] und Anamorphosen [ANAPH] aufgeteilt. Diese beiden Gruppen werden miteinander verglichen und auf Signifikanz bezüglich den abhängigen Variablen Richtigkeit und Zeit untersucht. Dieses Ergebnis liefert die Hauptaussage für den Kartentyp. Die weitere Unterteilung der Choroplethen und Anamorphosen in die Regionen Basel und Kansas soll weitere Informationen für den jeweiligen Kartentyp liefern. Dadurch können auftretende Effekte in einem Kartentyp möglicherweise einer Region zugeordnet werden.

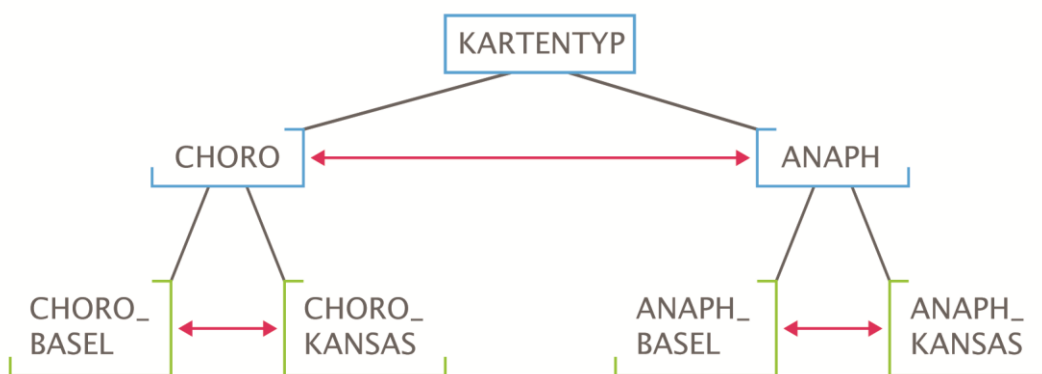


Bild 28: Auswerteverfahren "Kartentyp"

Für die Regionen [Bild 29] wird nach demselben Schema verfahren. Die unabhängige Variable Region wird in die beiden Gruppen Basel und Kansas unterteilt und auf Signifikanz geprüft. Die beiden Kartentypen einer Region werden ebenfalls miteinander verglichen. Der Vergleich findet zwar mit denselben aggregierten Gruppen wie beim Auswerteverfahren „Kartentyp“ statt, jedoch in einer anderen Kombination. Dadurch können weitere potentielle Einflussfaktoren fasslich werden.

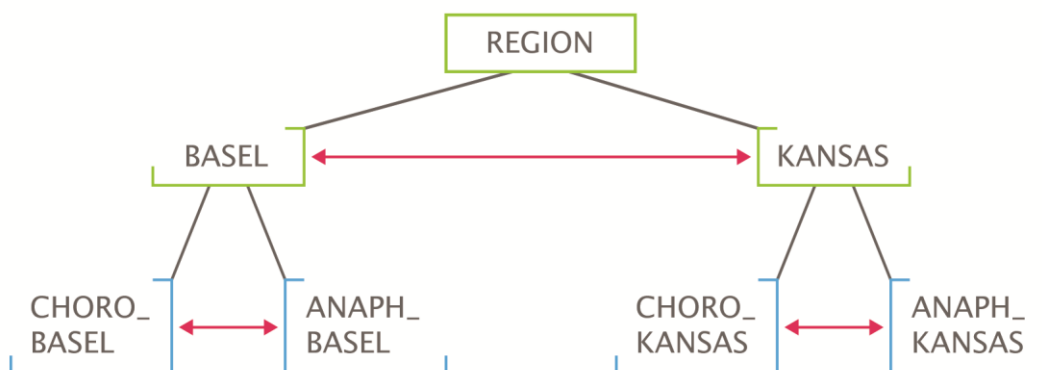


Bild 29: Auswerteverfahren "Region"

Die Variable Fragetyp beinhaltet sehr viele Vergleiche, da sie die meisten Hierarchiestufen besitzt. Die Hauptunterteilung liegt zwischen den einfachen und schwierigen Fragen. Die einfachen Fragen bestehen aus der elementaren und mittleren Stufe des Erfassens, die schwierigen Fragen aus der oberen Erfassungsstufe. Innerhalb dieser beiden Gruppen werden die einzelnen Fragen nach dem Kartentyp und der Region analysiert, wie dies in Bild 28 und Bild 29 bereits aufgeführt ist.

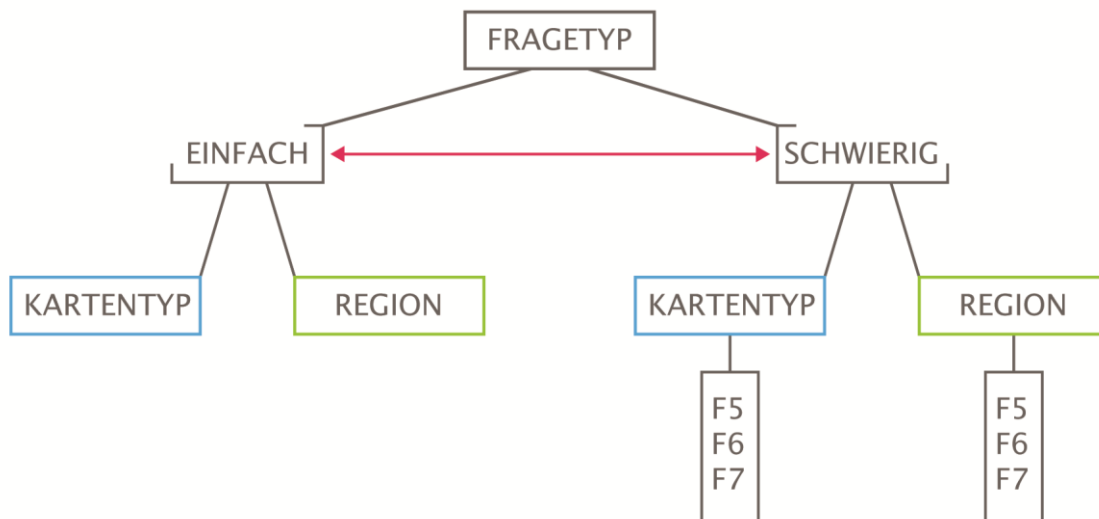


Bild 30: Auswerteverfahren "Fragetyp"

Die Diagramme der Untersuchungsergebnisse werden die Mittelwerte über alle teilnehmenden Personen [n=50] inkl. Standardfehler zeigen. Da mehrere Gruppen unterschiedlicher Größe bzw. Anzahl an Fragen miteinander verglichen werden, wird die Richtigkeit normalisiert und in Prozent angegeben. Die Zeit, welche im Durchschnitt für das Beantworten aller Fragen der entsprechenden Gruppe benötigt wurde, wird in Sekunden angegeben. Zusätzlich ist jeweils die Anzahl der zugrundeliegenden Fragen aufgeführt, damit das Zustandekommen der Sekunden nachvollziehbar wird. Besteht ein signifikanter Unterschied wird dies im Diagramm mit einem grünen Asterisk [*] gekennzeichnet. Die den Diagrammen zugrundeliegenden statistischen Werte sind in Tabellenform im Anhang 7A.2 SPSS-Outputs aufgelistet.

5.2 Pretest

Neben dem Erfragen allgemeiner Informationen fand ein Pretest statt, mit dem überprüft wurde, ob die teilnehmenden Personen die markierten Gemeinden der Übersichtskarte in der thematischen Karte identifizieren konnten. Aufgrund der Richtigkeit der Ergebnisse des Pretest kann davon ausgegangen werden, dass die

Probanden das Frageprinzip verstanden haben, da sie die Gemeinden richtig zuordnen konnten. Dadurch kann ein Unsicherheitsfaktor der Umfrage, die Transkription der gekennzeichneten Gemeinde zwischen Übersichtskarte und thematischer Karte, eliminiert, und die weitere Analyse des Hauptteils kann ohne Einschränkungen vorgenommen werden.

Die durchschnittlich sehr hohe Richtigkeit der Antworten bzgl. des Kartentyps [Choro: $\mu=100\%$, Anaph: $\mu=96\%$] als auch der beiden Regionen [Basel: $\mu=98\%$, Kansas: $\mu=98\%$] macht deutlich, dass die entsprechenden Gemeinden in jeder Kombination identifiziert werden können. Es besteht kein signifikanter Unterschied für die Richtigkeit der Antworten zwischen beiden Kartentypen [$F=2.761$, $p=0.103>0.05$, Power=0.370] als auch zwischen den Regionen [$F=0.000$, $p=1.000>0.05$, Power=0.050]. Im Bezug auf die benötigte Zeit zum Antworten besteht zwischen der Choroplethenkarte [$\mu=23.50s$] und der Anamorphose [$\mu=25.10s$] ebenfalls kein Unterschied [$F=1.757$, $p=1.191$, Power=0.255].

Jedoch lässt sich, wie Bild 31 zeigt, ein signifikanter Unterschied bei der Antwortzeit zwischen den beiden Regionen Kansas und Basel [$F=52.969$, $p=0.000<0.05$, Power=1.000] feststellen. Dieser Unterschied innerhalb der Regionen kommt zustande, da für die Choroplethe von Kansas [$\mu=8.52s$] gegenüber der Choroplethe von Basel [$\mu=14.98s$] signifikant weniger Zeit zum Beantworten der einen Frage benötigt wird [$F=83.914$, $p=0.000<0.05$, Power=1.000].

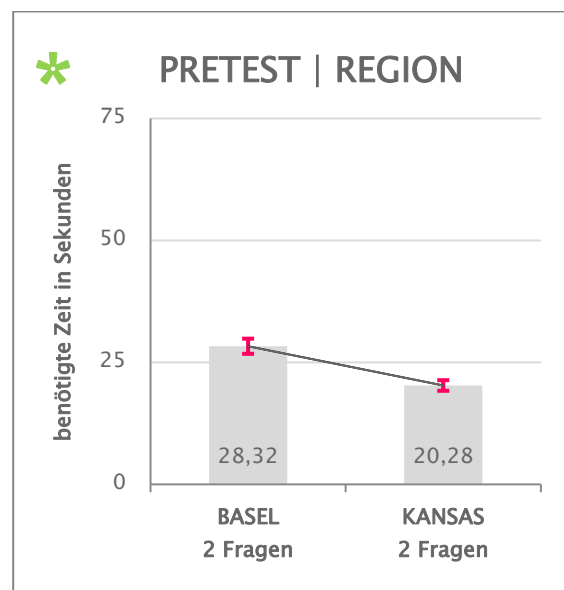


Bild 31: Pretest | Region

Auch innerhalb des Kartentyps der Region Kansas konnte bei der Antwortzeit ein signifikanter Unterschied [$F=33.703$, $p=0.000<0.05$, Power=1.000] zwischen der Choroplethe von Kansas [$\mu=8.52s$] und der Anamorphose von Kansas [$\mu=11.76s$] beobachtet werden. Dies wirkt sich jedoch, wie schon angesprochen, nicht signifikant auf die Gesamtbetrachtung des Kartentyps zwischen Choroplethe und Anamorphose beim Pretest aus. Aber die unterschiedliche Charakteristik der Form hat, wie wir später noch sehen werden, einen Einfluss auf die generelle Effektivität und Effizienz der Karten.

5.3 Kartentyp

Wie in Bild 32 und Bild 33 zu erkennen ist, liefert die Anamorphose im Durchschnitt weniger richtige Antworten, benötigt aber auf der anderen Seite deutlich mehr Zeit zum Beantworten der Fragen. Wird der Kartentyp [Bild 32] über die gesamte Umfrage statistisch verglichen, ergibt sich ein signifikanter Unterschied bei der Richtigkeit der Antworten [$F=16.137$, $p=0.000<0.05$, $\text{Power}=1.000$], als auch für die benötigte Antwortzeit [$F=12.551$, $p=0.000<0.05$, $\text{Power}=0.935$], wie in Bild 33 zu sehen ist.

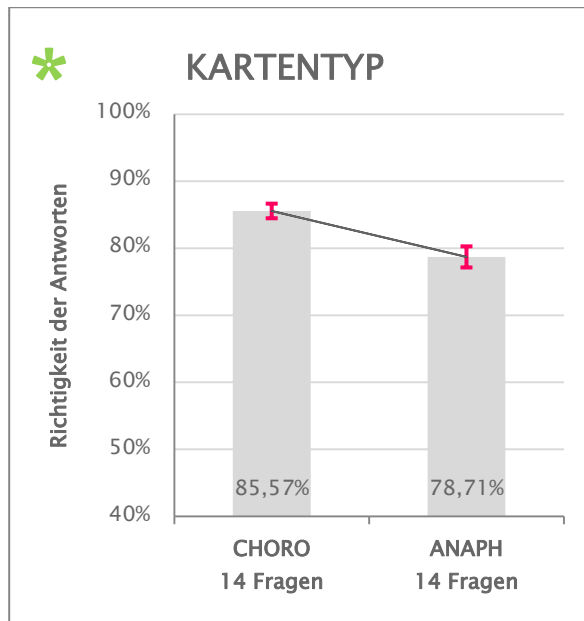


Bild 32: Richtigkeit | Kartentyp

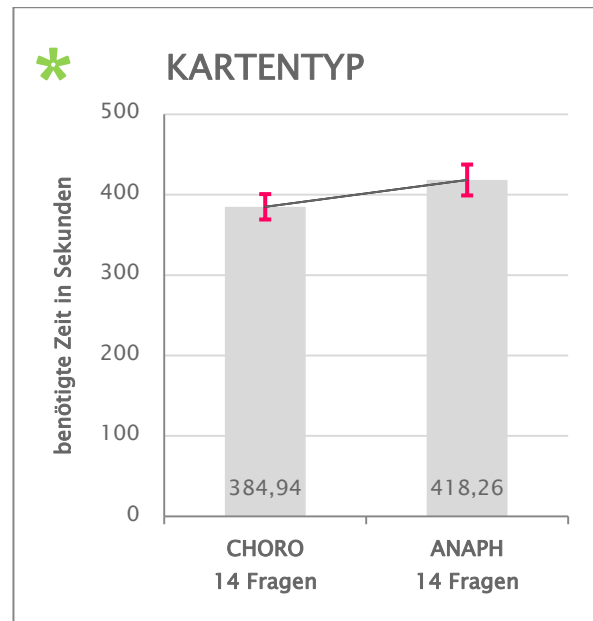


Bild 33: Zeit | Kartentyp

Um die Ursache für den signifikanten Unterschied herauszufinden, werden die beiden Kartentypen jeweils auf Differenzen innerhalb der beiden Regionen analysiert. Für beide Vergleiche, Richtigkeit der Antwort und dafür benötigte Zeit, treten signifikante Unterschiede auf. Das schlechte Abschneiden der Anamorphose bzgl. der Richtigkeit [Bild 36] lässt sich auf die Region Kansas zurückführen [$F=23.601$, $p=0.000<0.05$, $\text{Power}=0.997$]. Aus Bild 34 wird ersichtlich, dass bei der Choroplethenkarte von Kansas [$\mu=83,43\%$] ebenso Schwierigkeiten auftreten, die Fragen richtig zu beantworten. Der signifikante Unterschied für der Choroplethenkarten [$F=6.464$, $p=0.014<0.05$, $\text{Power}=0.703$] ist jedoch nicht so eindeutig, wie bei der Anamorphose.

Der Mehraufwand an Zeit zum Beantworten der Fragen [Bild 35 und Bild 37] ergibt ebenfalls ein interessantes Bild. Für die Choroplethe von Kansas wird mehr Zeit zum Antworten benötigt als für die Choroplethe von Basel [$F=15.546$, $p=0.000<0.05$, $\text{Power}=0.972$], jedoch verhält es sich für die Anamorphose umgekehrt. Fragen der

Anamorphosen für der Region Kansas wurden im Schnitt schneller beantwortet als für die Region Basel [F=7.003, p=0.011 < 0.05, Power=0.737].

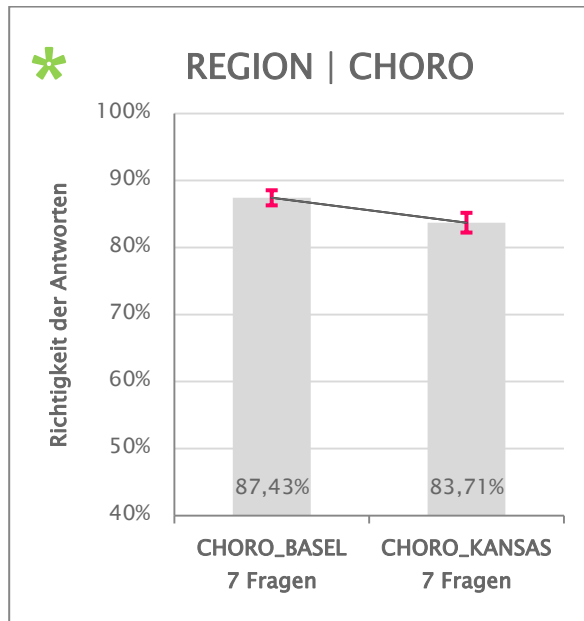


Bild 34: Richtigkeit | Region | Choro

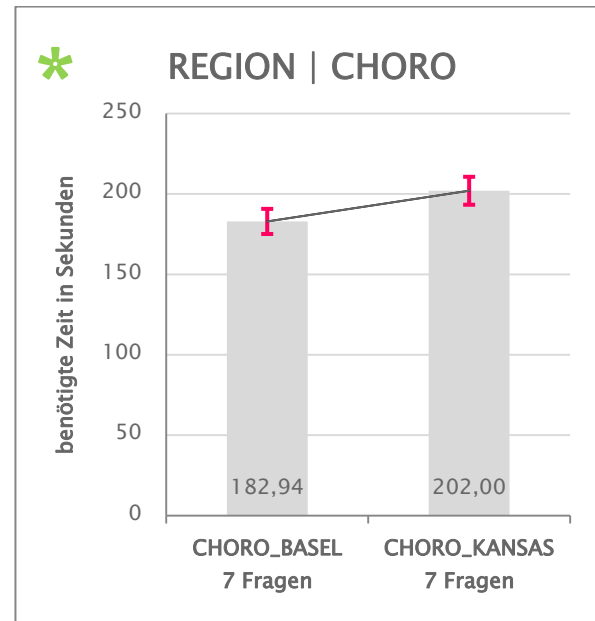


Bild 35: Zeit | Region | Choro

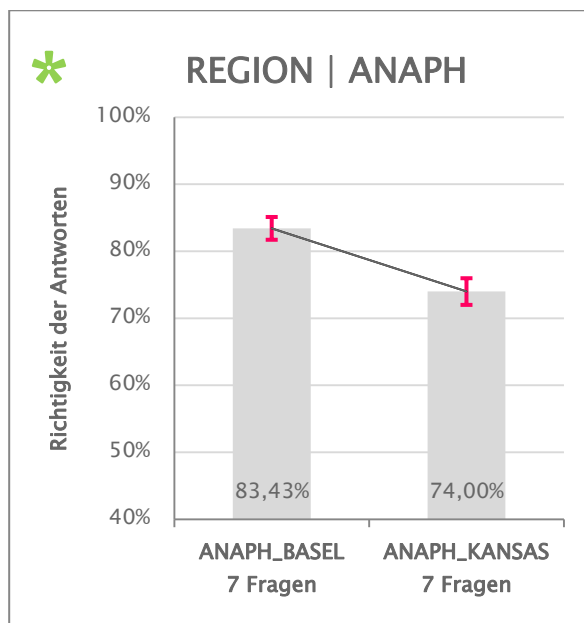


Bild 36: Richtigkeit | Region | Anaph

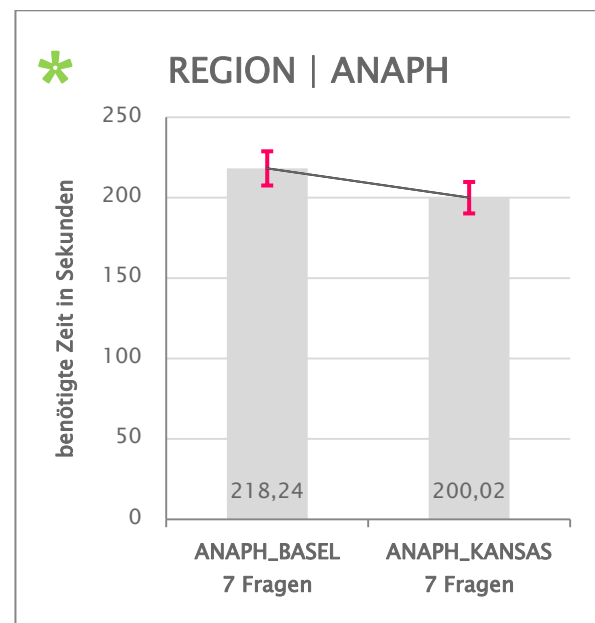


Bild 37: Zeit | Region | Choro

Die Tatsache, dass die Region Kansas in beiden Kartentypen schlechter abschneidet, ist vermutlich auf die Charakteristik der Grenzen in der Karte von Kansas zurückzuführen. Interessant an diesen Ergebnissen ist allerdings, dass sich die benötigte Zeit für die beiden Regionen innerhalb desselben Kartentyps nicht ähnlich verhält, sondern spiegelbildlich. Es muss in den Karten der Region Kansas noch einen weiteren

Grund geben, der möglicherweise etwas mit dem graphischen Bild zu tun hat und in der Region Basel in dieser Form nicht vorhanden ist.

5.4 Region

Innerhalb der Kartentypen weisen die Regionen signifikante Unterschiede auf [siehe 5.3 Kartentyp]. Die deutlichen Ergebnisse lassen bereits für die Analyse der Regionen über alle Fragen einen signifikanten Unterschied vermuten, der bestätigt werden kann. So zeigt Bild 38, dass die Region Kansas deutlich schlechtere Resultate als die Region Basel [F=27.401, $p=0.000 < 0.05$, Power=0.999] liefert. In Bezug auf die benötigte Antwortzeit lässt sich aufgrund der Regionsunterscheidung kein bemerkenswerter Unterschied feststellen [F=0.008, $p=0.928 > 0.05$, Power=0.51].

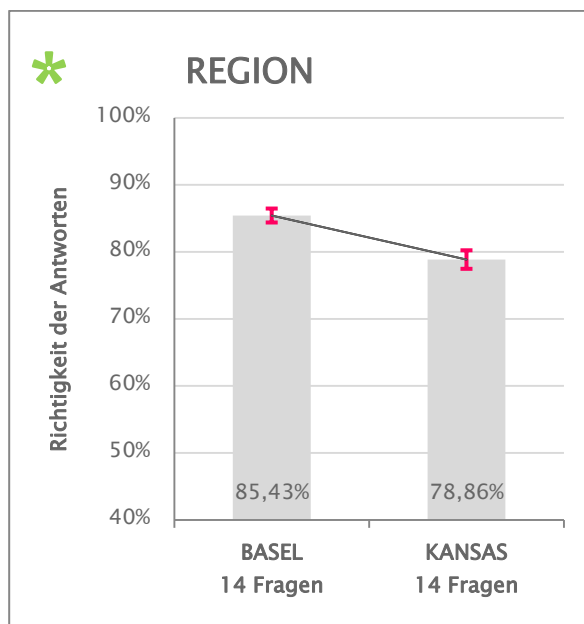


Bild 38: Richtigkeit | Region

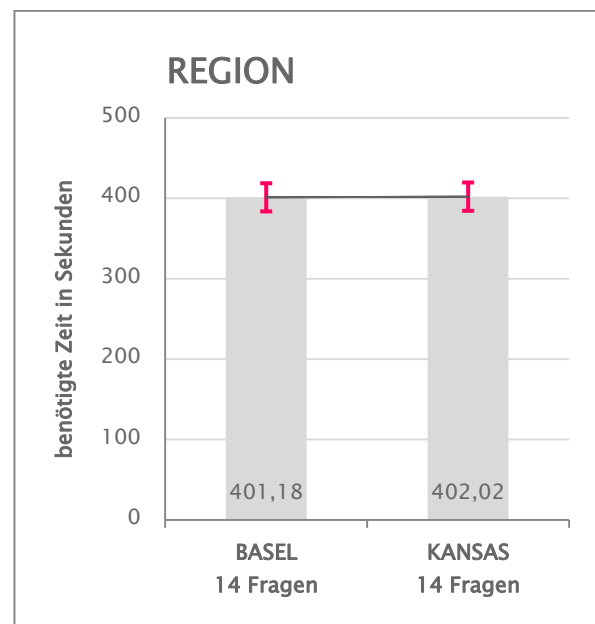


Bild 39: Zeit | Region

Nachdem die weitere Aufteilung in Regionen beim Kartentyp ein interessantes Ergebnis zum Vorschein kommen lässt, wird ebenfalls jede Region nach dem Kartentyp weiter unterteilt und miteinander verglichen. Bild 40 und Bild 42 suggerieren, dass die Anamorphose wiederum schlechter im Bezug auf die Richtigkeit der Antworten abschneidet. In Bild 42 tritt dabei ein kennzeichnender Unterschied beim Kartentyp innerhalb der Region Kansas auf [F=20.643, $p=0.000 < 0.05$, Power=0.994]. Dies bedeutet, dass sich wie vermutet, wohl die Charakteristik der Countygrenzen durchweg negativ auf die Richtigkeit der Antworten auswirkt. Für die Region Basel dagegen spielt der Kartentyp eine nicht so entscheidende Rolle für die Richtigkeit der Antworten [F=3.995, $p=0.051 > 0.05$, Power=0.500].

Auch in diesem Vergleich lässt sich keine Gemeinsamkeit zwischen der Richtigkeit der Antworten und der Antwortgeschwindigkeit erkennen. Für Kansas gibt es, wie Bild 43 deutlich zeigt, einen minimalen Unterschied von 2 Sekunden auf 7 Fragen. Hingegen werden bei der Region Basel [Bild 41] ca. 35s mehr Zeit für die sieben Fragen der Anamorphosen benötigt [$F=30.227$, $p=0.000 < 0.05$, $\text{Power}=1.000$].

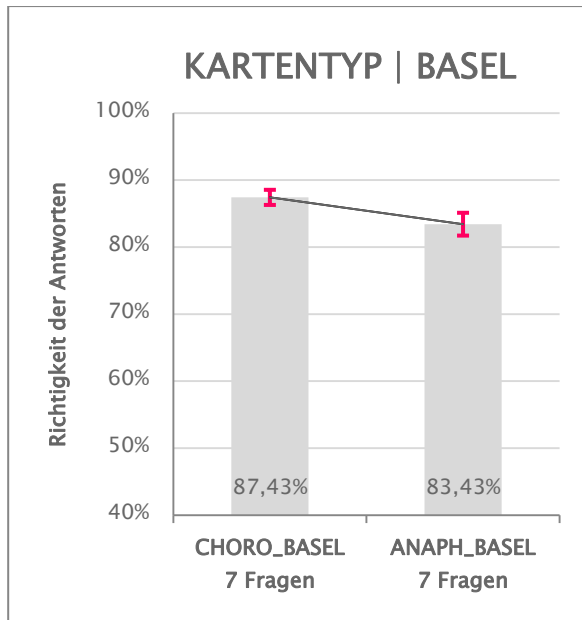


Bild 40: Richtigkeit | Kartentyp | Basel

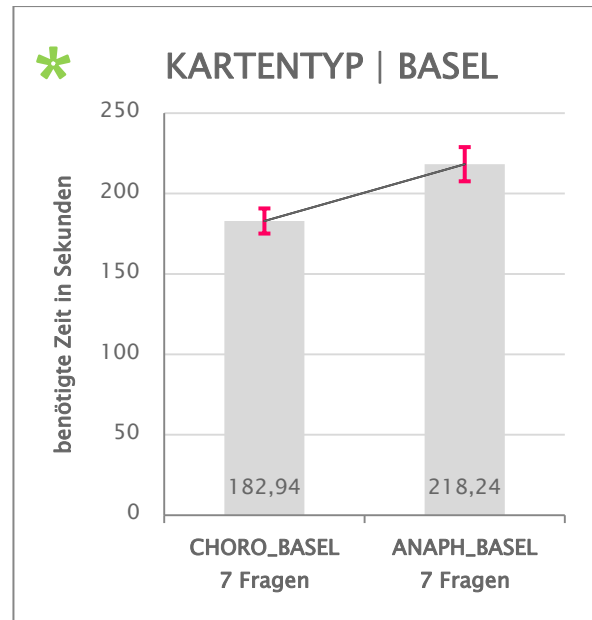


Bild 41: Zeit | Kartentyp | Basel

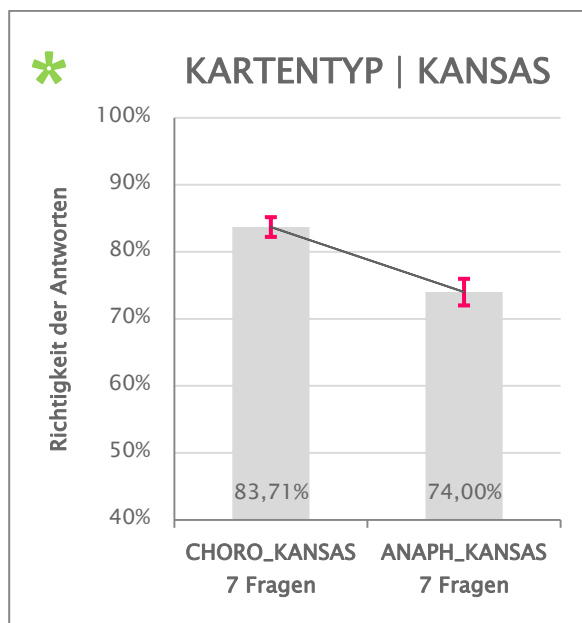


Bild 42: Richtigkeit | Kartentyp | Kansas

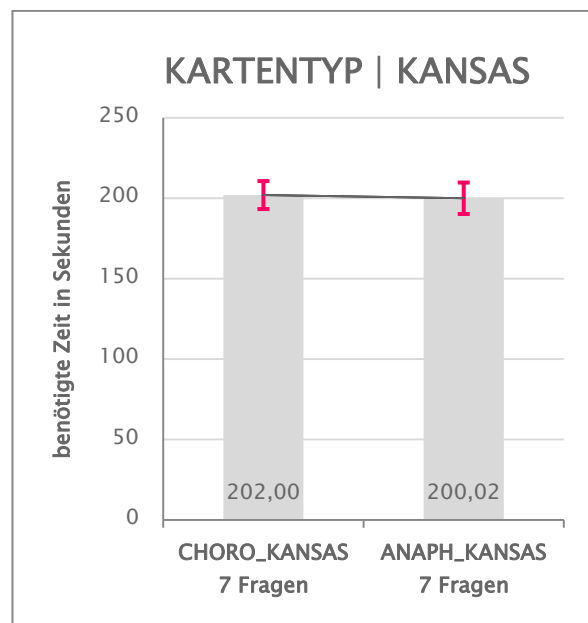


Bild 43: Zeit | Kartentyp | Kansas

Innerhalb der Region Basel werden die Fragen der Choroplethen viel schneller beantwortet als bei den Anamorphosen. Diese Tatsache wirkt sich jedoch nicht signifikant auf die Richtigkeit der Antworten für die Region Basel aus. Bei der Region

Kansas hingegen wird für beide Kartentypen ungefähr gleich viel Zeit zum Beantworten der Fragen benötigt, aber die Richtigkeit der Antworten für die Region Kansas sinkt wesentlich. Der Eindruck, dass sich in der Region Kansas weiterhin ein noch ungeklärtes Phänomen befindet, wird durch dieses Indiz weiter bestätigt.

5.5 Fragetyp

Die bisher nicht geklärten Umstände Kansas betreffend müssen mit Hilfe der beiden Fragetypen und evtl. ausgewählten Einzelfragen beantwortet werden, da sich im besten Falle das Problem auf maximal 1 Frage eingrenzen lässt.

Der erste Schritt in der Analyse der Fragetypen ist ein Vergleich der einfachen und schwierigen Fragen. In Bild 44 wird auf einen Blick deutlich, dass es einen kennzeichnenden Unterschied zwischen den beiden Fragetypen gibt, d.h. deutlich weniger Fragen im schwierigen Teil richtig beantwortet wurden [$F=318.859$, $p=0.000 < 0.05$, $\text{Power}=1.000$]. Die benötigte Zeit [Bild 45] ist zwar aufgrund des geringen Unterschiedes nicht signifikant, jedoch sind es 16 einfache und nur 12 schwierige Fragen. Pro Frage lässt sich im Schnitt eine Antwortdauer von 24 Sekunden für die einfachen Fragen und 34 Sekunden pro schwierige Frage berechnen.

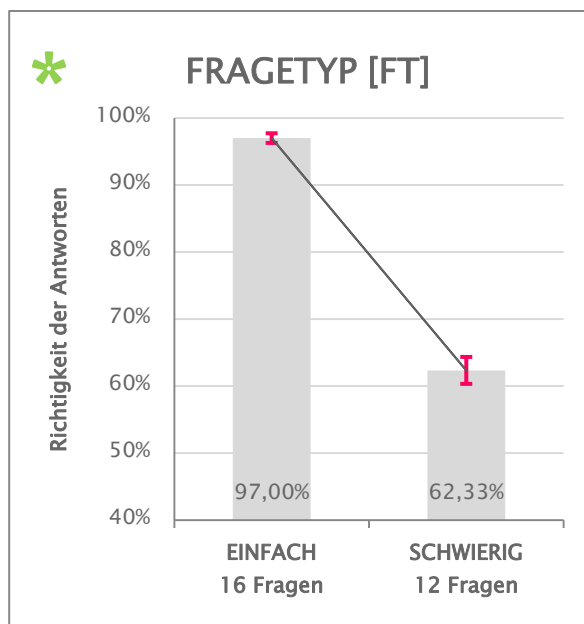


Bild 44: Richtigkeit | Fragetyp

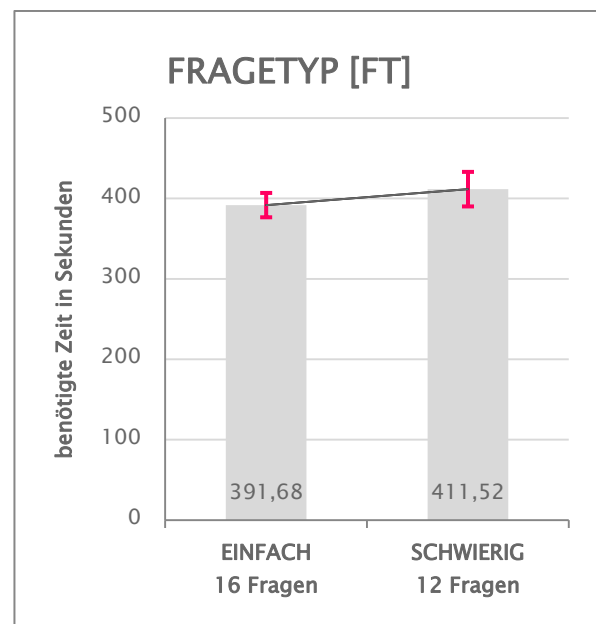


Bild 45: Zeit | Fragetyp

Eine weitere Aufteilung der einfachen Fragen in die Regionen und Kartentypen bringt keine neuen Erkenntnisse, da der Unterschied zwischen den Regionen Kansas und Basel nicht signifikant ist. Es gibt im Bereich der einfachen Fragen lediglich einen signifikanten Unterschied für den Kartentyp bei der Richtigkeit der Antworten

[$F=4.792$, $p=0.033 < 0.05$, $\text{Power}=0.574$]. Dabei schneiden die Choroplethenkarten [$\mu=98.75\%$] statistisch signifikant besser ab als die Anamorphosen [$\mu=95.25\%$]. Dieses Resultat festigt die bereits gewonnene Erkenntnis, dass die Anamorphosen in der Richtigkeit der Antworten schlechter abschneiden, wobei die allgemein hohe Richtigkeit der Fragen zu beachten ist. Im Bezug auf die Antwortgeschwindigkeit kann durch eine Tendenz bestätigt werden, dass die Anamorphosen [$\mu=200.92s$] im Schnitt mehr Zeit zum Antworten benötigen als die Choroplethen [$\mu=190.76s$].

Die weiteren Analysen beinhalten Vergleiche innerhalb der schwierigen Fragen. Der Übersicht halber wird in den Diagrammen die Abkürzung FT S. für „Fragetyp schwierig“ verwendet. Bild 46 zeigt den Vergleich der Kartentypen innerhalb der schwierigen Fragen, bei dem ein statistisch signifikanter Unterschied [$F=16.447$, $p=0.000 < 0.05$, $\text{Power}=0.978$] zwischen den Choroplethenkarten [$\mu=68.00\%$] und den Anamorphosen [$\mu=56.67\%$] festgestellt werden kann. Desgleichen signifikant ist die Antwortgeschwindigkeit [$F=11.772$, $p=0.001 < 0.05$, $\text{Power}=0.920$] für beide Kartentypen wie in Bild 47 zu erkennen ist. Innerhalb von nur 6 Fragen tritt eine Differenz von ca. 23 Sekunden zu Tage, was einen durchschnittlichen Mehraufwand für die Anamorphose von ca. 4 Sekunden pro Frage bedeutet.

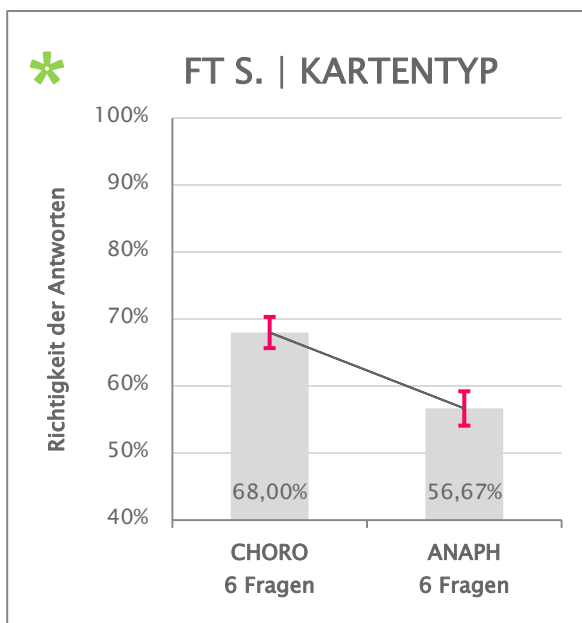


Bild 46: Richtigkeit | Fragetyp schwierig | Kartentyp

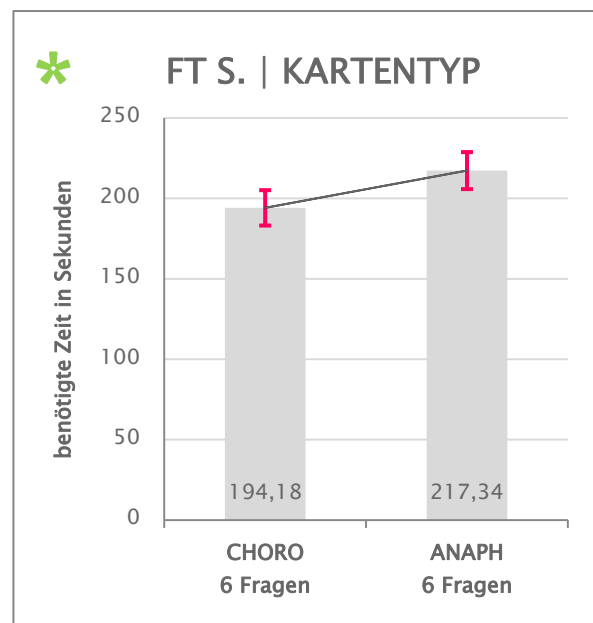


Bild 47: Zeit | Fragetyp schwierig | Kartentyp

Die Erkenntnisse aus Bild 46 und Bild 47 entsprechen in der Charakteristik bereits denen aus 5.3 Kartentyp [Bild 34 bis Bild 37]. Führt man die Aufteilung im Bereich des Kartentyps nach Regionen weiter, wiederholt sich dieses Muster. Die Richtigkeit der gegebenen Antworten innerhalb der schwierigen Fragen ist in beiden

Kartentypen für die Region Kansas signifikant niedriger. Für die Anamorphosen von Kansas werden im Schnitt 20 % weniger richtige Antworten als für die Anamorphosen von Basel gegeben [$F=23.211$, $p=0.000 < 0.05$, $\text{Power}=0.997$]. Die benötigte Zeit dagegen weist keinen signifikanten Unterschied auf, für die Anamorphosen der Region Kansas wird aber weniger Zeit benötigt [$F=1.029$, $p=0.315 > 0.05$, $\text{Power}=0.169$].

Innerhalb der Choroplethenkarten beträgt die Differenz der richtigen Antworten zwischen Basel und Kansas lediglich ca. 6%, was einen nicht eindeutigen statistisch signifikanten Unterschied zur Folge hat [$F=5.444$, $p=0.24$, $\text{Power}=0.128$]. Die Antwortzeit ist für die Choroplethen der Region Kansas dagegen signifikant höher [$F=6.679$, $p=0.013 < 0.013 < 0.05$, $\text{Power}=0.717$].

Diese beiden Ergebnisse bzgl. der Antwortzeiten der Region Kansas sind weiterhin spannend, da die Choroplethen langsamer und die Anamorphosen schneller beantwortet wurden als die entsprechenden Kartentypen von Basel – wobei der Mehraufwand an Zeit wiederum nicht automatisch zu mehr richtigen Antworten führt.

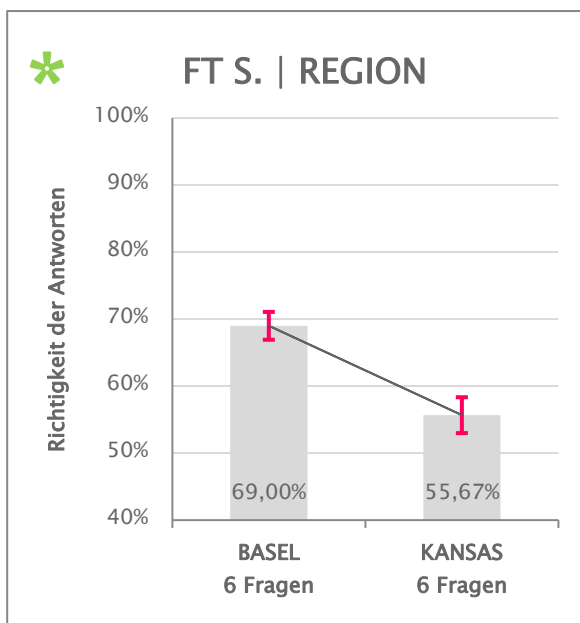


Bild 48: Richtigkeit | Fragentyp schwierig | Region

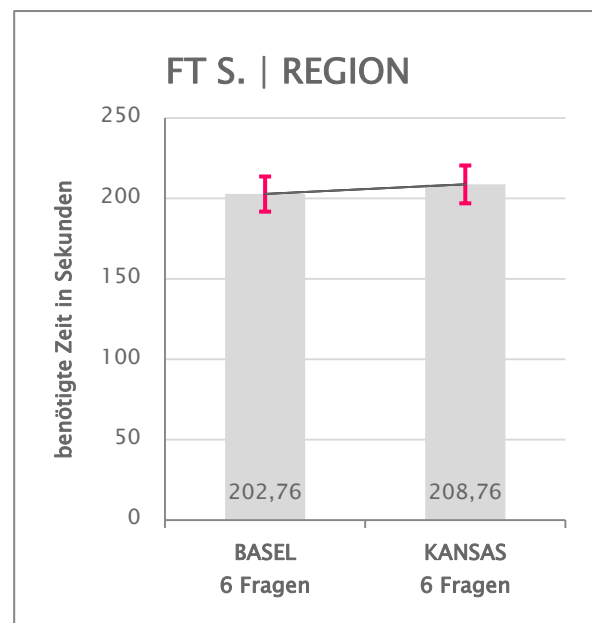


Bild 49: Zeit | Fragentyp schwierig | Region

Bei der Aufteilung der schwierigen Fragen in die Regionen [Bild 48 und Bild 49], entsteht ein fast identisches Muster wie bei der Betrachtung über alle Fragen unabhängig des Kartentyps [siehe 5.4 Region]. Das durchgängig schlechte Abschneiden der schwierigen Fragen und das Ergebnis aus der Unterteilung in Regionen lässt

dieses Resultat ebenfalls längst vermuten, jedoch wird es nun bestätigt. Es tritt, wie Bild 48 zeigt, ein signifikanter Unterschied zwischen den Regionen Basel und Kansas bei der Richtigkeit der schwierigen Fragen auf [$F=26.133$, $p=0.000<0.05$, Power= 0.999]. Gemäß Bild 49 gibt es dagegen keinen signifikanten Unterschied bei den richtigen oder auch falschen Antwort in Abhängigkeit von der Region [$F=0.660$, $p=0.420>0.05$, Power= 0.125]. Aufgrund der fast identischen Antwortzeiten für die schwierigen Fragen pro Region scheint es so, als ob den Probanden diesmal die unterschiedliche Charakteristik der Gemeinde- und Countygrenzen keine Probleme beim Lesen bereitet.

Einen weiteren Beweis, dass innerhalb der schwierigen Fragen für die Ursache des schlechteren Abschneidens des Kartentyps der Anamorphosen und der Region Kansas zu suchen ist, liefert der Vergleich der Kartentypen innerhalb einer Region.

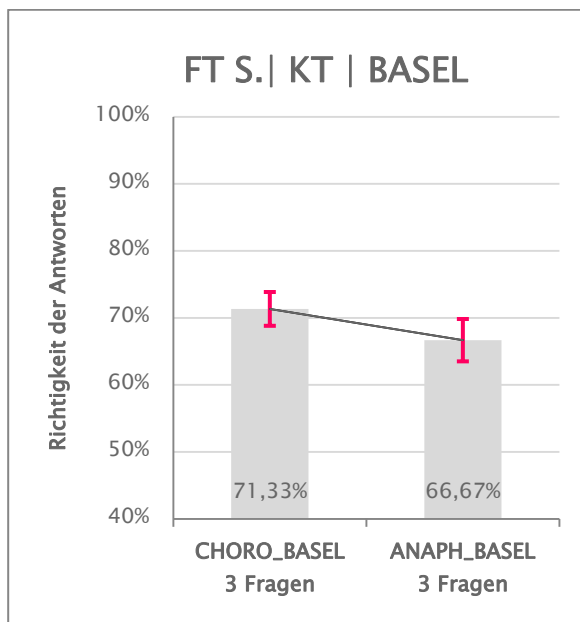


Bild 50: Richtigkeit | Fragentyp schwierig | Kartentyp | Basel

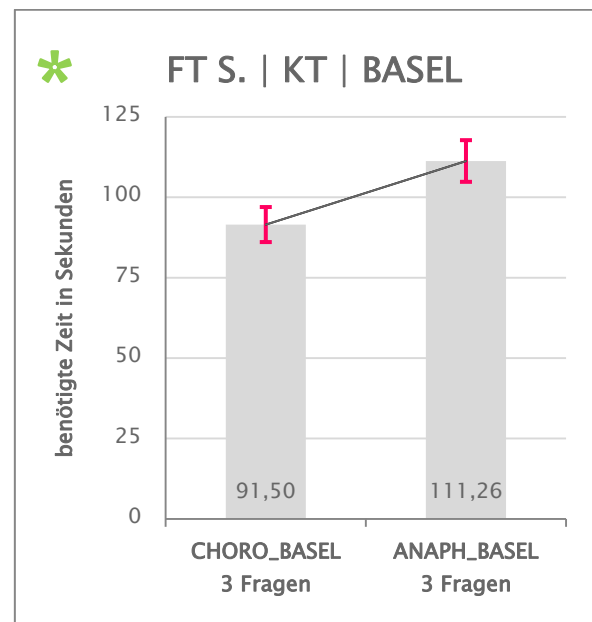


Bild 51: Zeit | Fragentyp schwierig | Kartentyp | Basel

Der Vergleich innerhalb der Region Basel [Bild 50] liefert keinen statistischen Unterschied der Antwortrichtigkeit zwischen Choroplethe und Anamorphose. Eine Tendenz, dass die Anamorphose etwas schlechter abschneidet ist erkennbar [$F=1.412$, $p=0.241>0.05$, Power= 0.241]. Diese richtigen Antworten benötigen jedoch unterschiedlich viel Zeit. Auf 3 Fragen entsteht eine erstaunlich hohe Differenz von fast 20 Sekunden [$F=16.434$, $p=0.000<0.05$, Power= 0.978]. Für die Anamorphose von Basel wurde im Schnitt pro Frage ca. 6.5 Sekunden mehr Zeit benötigt [Bild 51]. Vergleicht man dagegen die benötigte Zeit der beiden Kartentypen in der Region Kansas in Bild 53, lässt sich, im Gegensatz zu Basel, kein

signifikanter Unterschied feststellen [$F=0.698$, $p=0.407 > 0.05$, $\text{Power}=0.130$]. Dagegen zeigt Bild 52 deutlich, dass die Anamorphose von Kansas gegenüber der Choroplethe derselben Region mit einer Differenz von 18% signifikant weniger richtige Antworten liefert [$F=24.041$, $p=0.000 < 0.05$, $\text{Power}=0.999$].

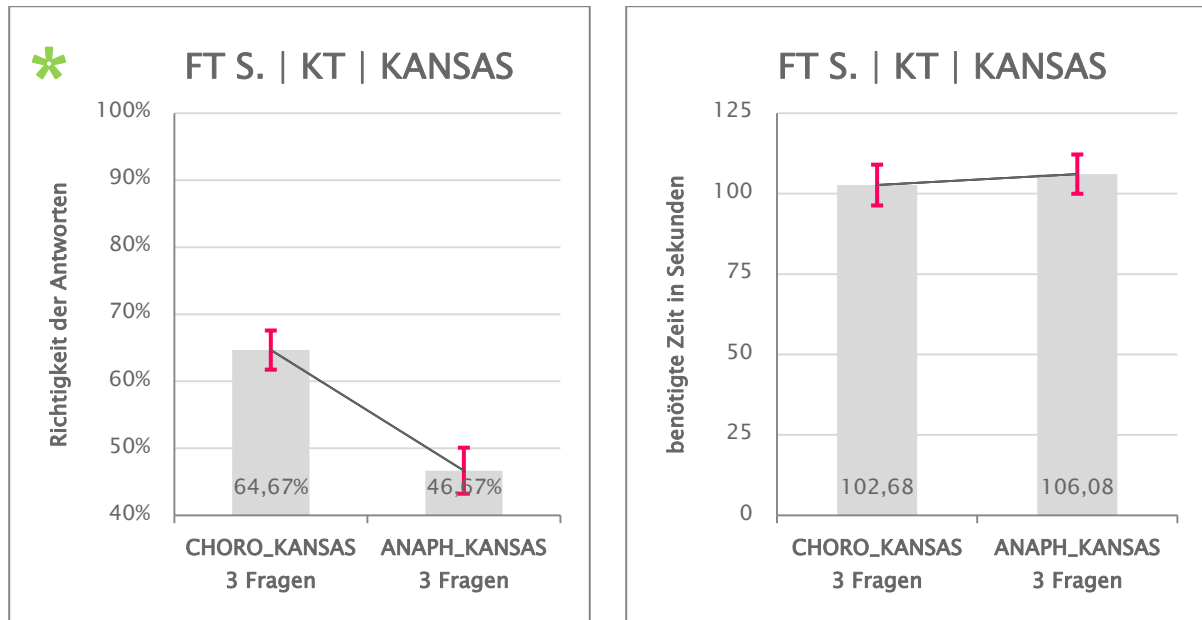


Bild 52: Richtigkeit | Fragetyp schwierig | Kartentyp | Kansas Bild 53: Zeit | Fragetyp schwierig | Kartentyp | Kansas

Neben der allgemeinen Bestätigung, dass die Anamorphosen schlechter als die Choroplethen abschneiden, fällt wiederum auf, dass in Kansas der Unterschied in der Richtigkeit der Antworten zwischen den beiden Kartentypen immens, die benötigte Antwortzeit jedoch annähernd gleich ist. Indessen zeigen die Antwortzeiten der Regionen Basel und Kansas aber noch ein anderes Merkmal. So wurden die Choroplethenkarten von Basel deutlich schneller und die Anamorphosen von Basel etwas langsamer als die entsprechenden Kartentypen von Kansas beantwortet.

Wird jedoch die benötigte Zeit über alle Fragen [Bild 39] betrachtet, ergibt sich dabei kein Unterschied für die beiden Regionen. Innerhalb der weiteren Aufteilung treten dabei die angesprochenen Differenzen auf, die sich über alle Fragen egalalisieren. Es gilt daher weiter herauszufinden, welche Ursachen für diese Erscheinung eine maßgebliche Rolle spielen.

Bevor die schwierigen Fragen jeweils getrennt voneinander analysiert werden, soll eine kurze und verallgemeinernde Zusammenfassung einen Überblick zu den bereits gewonnenen Erkenntnissen geben.

Hauptaussagen zur Richtigkeit der Antworten:

- | Die Fragen der Anamorphose werden von den Probanden immer schlechter beantwortet.
- | Kansas schneidet im Vergleich der Regionen als auch im Vergleich der Kartentypen hinsichtlich der richtigen Antworten immer schlechter ab.
- | Die schwierigen Fragen bereiten grundsätzlich Probleme.

Hauptaussagen zur benötigten Zeit:

- | Für die Anamorphosen benötigen die Probanden grundsätzlich mehr Zeit, um die Frage zu beantworten.
- | Für die Region Basel gibt es große Differenzen in der Antwortzeit zwischen Choroplethe und Anamorphose.
- | Für Kansas wird für beide Kartentypen gleich viel Zeit zum Beantworten der Fragen benötigt.
- | Antwortzeit lässt vermutlich nicht auf die Richtigkeit schließen.

F5: „In welcher Region gibt es mehr erwerbsfähige Personen?“

Bei der Frage F5 wurden die Gemeinden zu zwei, in etwa gleich große Regionen zusammengefasst. Schlussendlich gab es 2 Regionen, die mit Region A und Region B beschriftet wurden [siehe A.3–2 und A.3–5]. Diese Frage wird bereits der oberen Erfassungsstufe zugeordnet, bei der eine Tendenz aufgrund von absoluten Werten [Größe] erkannt werden muss.

Es scheint so, dass die Probanden diese Frage nach der Region in der es mehr erwerbsfähige Personen gibt, am besten beantwortet haben. Wird die Richtigkeit des Kartentyps in Bild 54 betrachtet ergibt sich ein signifikanter Unterschied [$F=12.691$, $p=0.001 < 0.05$, $\text{Power}=0.937$] zugunsten der Choroplethenkarte. Eine neue Erkenntnis ergibt sich aus dem Prüfen der benötigten Zeit [Bild 55]. Es ist zum ersten Mal der Fall, dass die Probanden für die Anamorphose signifikant weniger Zeit benötigen als für die entsprechende Choroplethe [$F=7.063$, $p=0.011 < 0.05$, $\text{Power}=0.741$]. Dies wirkt sich jedoch nicht positiv auf die Richtigkeit der Antworten aus.

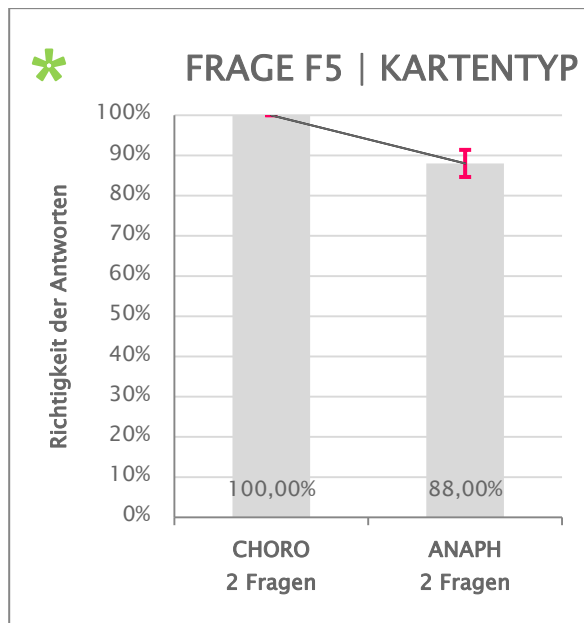


Bild 54: Richtigkeit | Frage F5 | Kartentyp

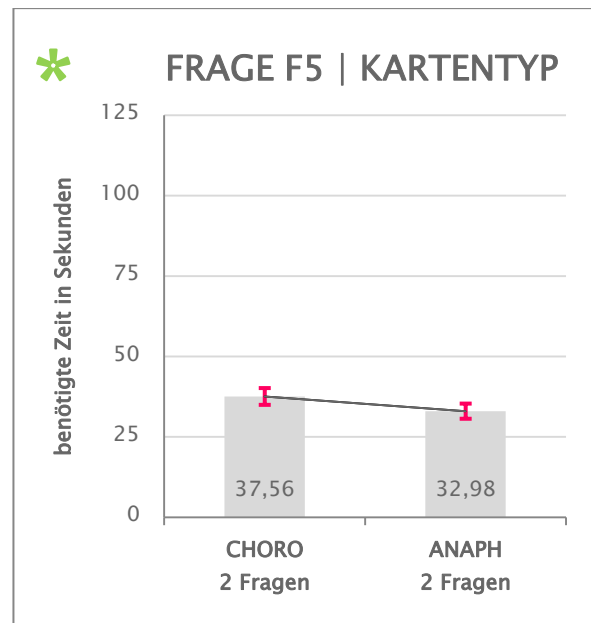


Bild 55: Zeit | Frage F5 | Kartentyp

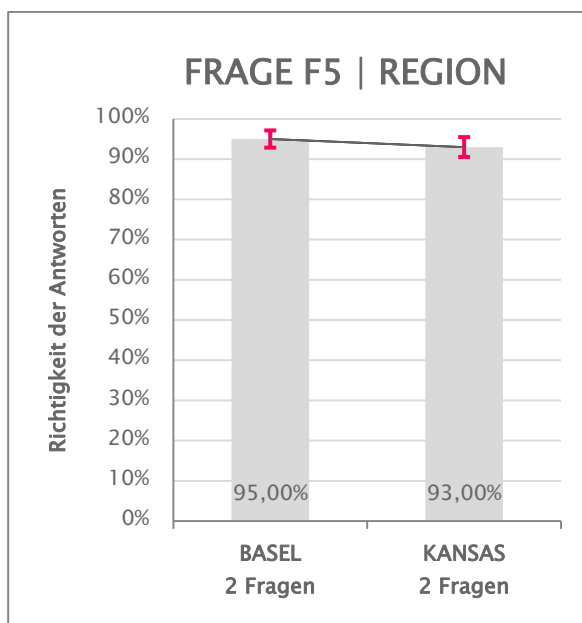


Bild 56: Richtigkeit | Frage F5 | Region

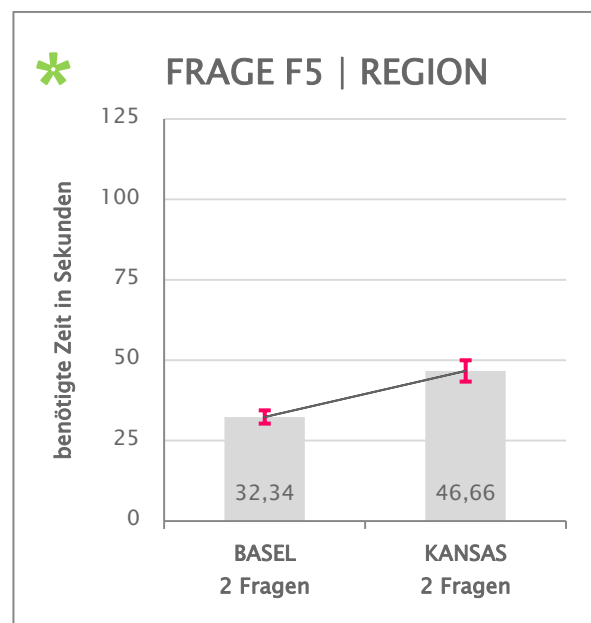


Bild 57: Zeit | Frage F5 | Region

Für die Region in Bild 56 lässt sich bei der Richtigkeit der Antworten dagegen kein Unterschied erkennen. Dafür wird für Kansas deutlich mehr Zeit benötigt [Bild 57], um eine richtige Antwort zu geben [F25.086, $p=0.000 < 0.05$, Power=0.998]. Es scheint also, dass es möglich ist, unter einem deutlichen Mehraufwand an Zeit diese beiden Fragen für Kansas richtig zu beantworten.

Weiter stellen wir fest, dass die Probanden für beide Regionen die Choroplethenkarten zu 100% richtig beantwortet und dafür gleich viel Zeit benötigt. Die Probleme bestehen somit lediglich bei den Anamorphosen und wiederum bei der Region

Kansas – obwohl keine Signifikanz gegeben ist, wie in Bild 58 zu sehen ist. Die Ursache, dass die Antworten des Kartentyps bei der Anamorphose insgesamt schneller waren ist auf die Anamorphose der Region Basel zurückzuführen. Die Probanden haben, wie in Bild 59 zu erkennen ist, die Antwort bei der Anamorphose von Basel doppelt so schnell gegeben als bei der Anamorphose von Kansas. Dieser Unterschied ist signifikant [$F=53.383$, $p=0.000 < 0.05$, $\text{Power}=1.000$].

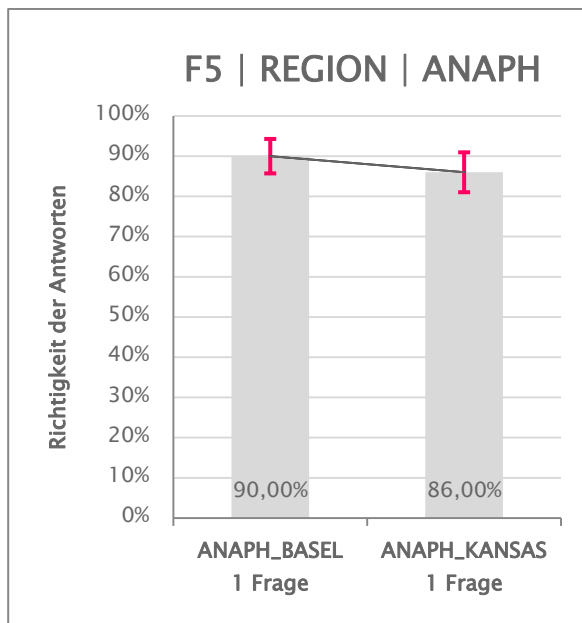


Bild 58: Richtigkeit | Frage F5 | Region | Anamorphose

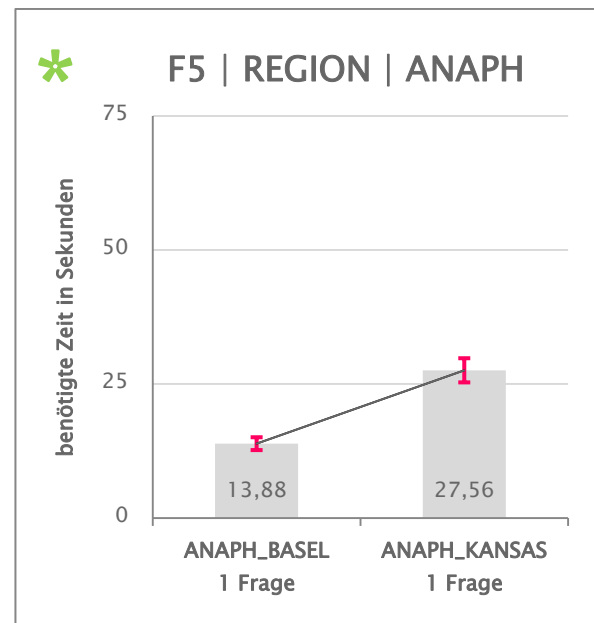


Bild 59: Zeit | Frage F5 | Region | Anamorphose

F6: „Gegeben ist Gemeinde A: Welche Aussage trifft zu?“

Bei Frage F6 wird den Probanden eine Situation erklärt und diese müssen sie einer von 3 gekennzeichneten Gemeinden zuordnen. Damit die Frage richtig beantwortet werden kann, muss der Zusammenhang zwischen der Anzahl der erwerbsfähigen [Größe] und erwerbslosen [Farbe] Personen verstanden werden [siehe A.3–3, A.3–6].

Diese Frage ist mit Abstand am schlechtesten beantwortet worden. Es kann in keinem Vergleich der Antwortrichtigkeit ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Choroplethenkarten wurden dabei nur zu 27% richtig beantwortet und die Anamorphosen nur zu 25%. Ebenso verhält es sich für die Antworten der Region Basel [$\mu=27\%$] und der Region Kansas [$\mu=25\%$]. Es ist davon auszugehen, dass die Probanden die Antwort letztendlich geraten haben, da die Resultate deutlich schlechter als der Zufall ausfallen, welcher bei 3 Antwortmöglichkeiten bei 33% richtigen Antworten liegen würde. Daher werden die Ergebnisse die Richtigkeit betreffend vorerst nicht weiter analysiert und außen vorgelassen. Möglicherweise liefert aber die benötigte Zeit wertvolle Hinweise zum Antwortverhalten.

Unabhängig von der Richtigkeit benötigen die Probanden wiederum mehr Zeit, die Fragen zu den Anamorphosen zu beantworten. Der Vergleich in Bild 60 zeigt diesen signifikanten Unterschied der beiden Kartentypen [$F=18.257$, $p=0.000<0.05$, Power= 0.987]. Diese Tendenz wird auch beim Vergleich der Kartentypen innerhalb der Region Basel weiter bestätigt. Für die Anamorphose von Basel [$\mu=67.60s$] benötigen die teilnehmenden Personen fast doppelt so lange wie für die Choroplethe von Basel [$\mu=39.54s$]. Daraus resultiert ein statistisch signifikanter Unterschied [$F=27.517$, $p=0.000<0.05$, Power= 0.999].

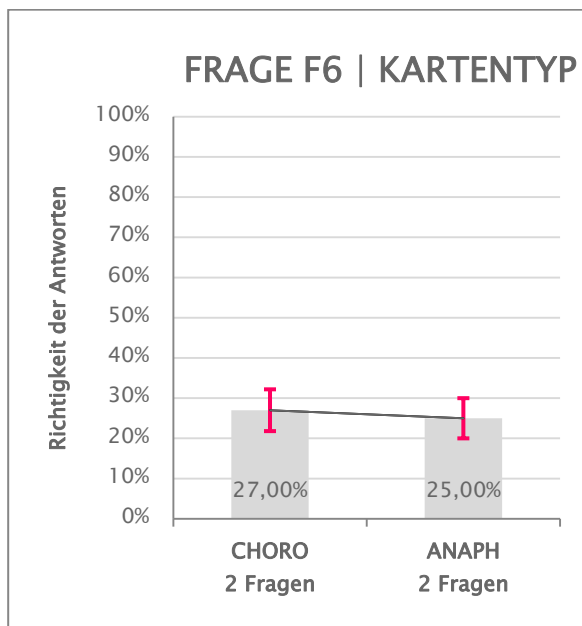


Bild 60: Zeit | Frage F6 | Kartentyp

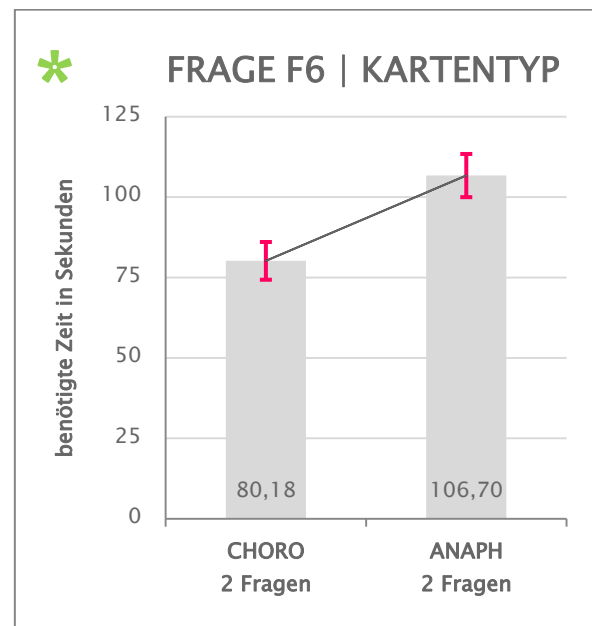


Bild 61: Zeit | Frage F6 | Region

Beim Vergleich der benötigten Zeit innerhalb einer Region [Bild 61] geben die Probanden für Kansas die Antwort deutlich schneller als für die Region Basel [$F=29.664$, $p=0.000<0.05$, Power= 1.000]. Dies liegt an der bereits angesprochenen, hohen Dauer der Antwortzeit für die Anamorphose von Basel [$\mu=67.60s$]. Verstärkt wird dieser Effekt zusätzlich durch die geringe Dauer der Anamorphose von Kansas [$\mu=39.10s$] was wiederum zu einem signifikanten Unterschied führt [$F=42.737$, $p=0.000<0.05$, Power= 1.000]. Die Choroplethenkarte hat auf dieses Resultat keinen weiteren Einfluss, da für diesen Kartentyp die Probanden in beiden Regionen gleich viel Zeit zum Antworten benötigen.

Die benötigten, hohen Antwortzeiten für Choroplethe wie auch Anamorphose lassen darauf schließen, dass die Fragen nicht „überlickt“ wurde, sondern vergeblich versucht wurde die Frage richtig zu beantworten. Entgegen den bisherigen Erkenntnissen wird für die Anamorphose von Basel signifikant mehr Zeit benötigt.

F7: „In welcher Gemeinde hat es die höhere Dichte an erwerbsfähigen Personen?“

Die letzte Frage aus der Kategorie schwierig, befasst sich mit der Dichte der erwerbsfähigen Personen in einer Gemeinde. Hierfür ist es notwendig, den Zusammenhang zwischen den erwerbsfähigen Personen, dargestellt durch die Variable Größe, und der Flächengröße der administrativen Einheit zu erkennen [siehe A.3-4, A.3-7]

Der Vergleich der Kartentypen für die Frage F7 in Bild 62 bestätigt die bereits gewonnene Erkenntnis, dass die Fragen der Anamorphose signifikant schlechter beantwortet wurden als die der Choroplethenkarte [$F=13.067$, $p=0.001 < 0.05$, $Power=0.943$]. Ebenso, wenn auch nicht signifikant, ist die Tatsache, dass die Anamorphosen zum ersten Mal durchschnittlich schneller beantwortet wurde [$\mu=69.20s$] als die Choroplethe [$\mu=76.44s$].

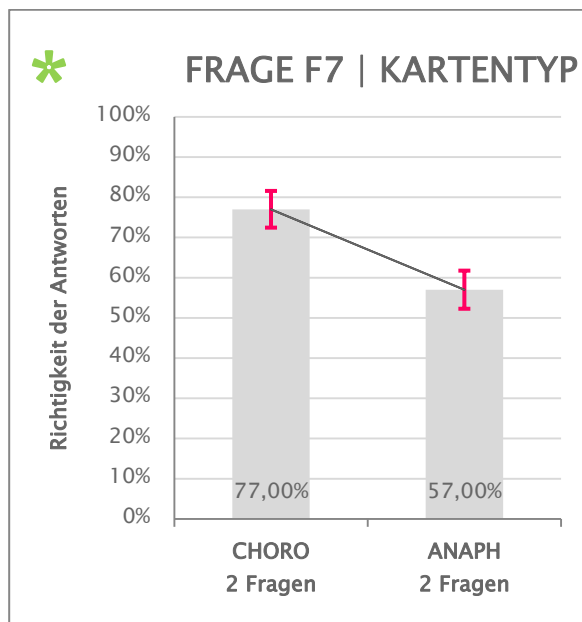


Bild 62: Richtigkeit | Frage F7 | Kartentyp

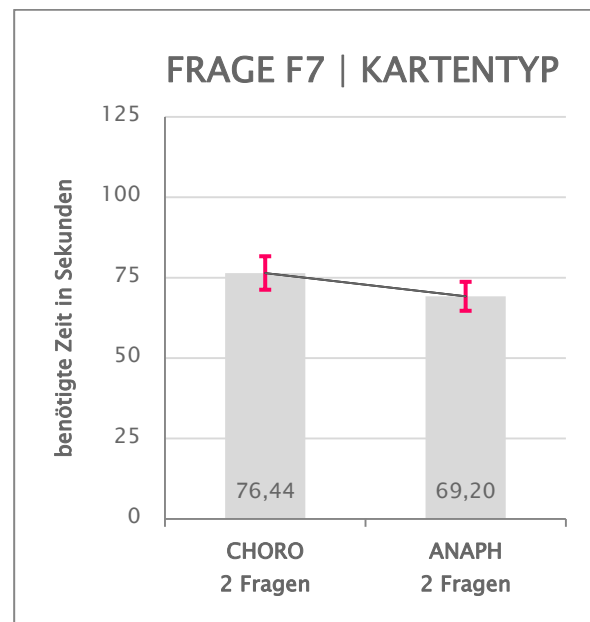


Bild 63: Zeit | Frage F7 | Kartentyp

Die weitere Aufgliederung der Region nach den Kartentypen zeigt in Bild 64, dass die Fragen der Region Basel mit einer durchschnittlich hohen Richtigkeit für die Choroplethe [$\mu=88\%$] als auch für die Anamorphose [$\mu=82\%$] beantwortet wurden. Dieser Unterschied ist nicht signifikant [$F=0.815$, $p=0.371 > 0.05$, $Power=0.143$]. Weiter haben die Teilnehmer für beide Kartentypen, Choroplethe [$\mu=33.50s$] und Anamorphose [$\mu=29.78s$], ungefähr gleich viel Zeit zum Antworten benötigt und dadurch ergibt sich ein nicht signifikanter Unterschied [$F=2.511$, $p=0.119 > 0.05$, $Power=0.342$]. Die hohe Richtigkeit der Antworten und die dafür benötigte Zeit lassen darauf schließen, dass die Frage F7 von den Probanden verstanden wurde.

Das schlechte Abschneiden des Kartentyps der Anamorphose bei dieser Frage ist wiederum auf die Region Kansas zurückzuführen [Bild 65]. Neben der Choroplethenkarte [$\mu=66\%$] wurde vor allem die Anamorphose [$\mu=32\%$] sehr schlecht beantwortet. Dieser Unterschied von 34% in der Richtigkeit der Antworten ist signifikant [$F=42.241$, $p=0.000<0.05$, $\text{Power}=1.000$]. Ebenso ist die Antwortzeit der beiden Kartentypen in der Region Kansas ungefähr gleich. Auffällig dabei ist, dass für die Choroplethe [$\mu=42.94s$] wie auch für die Anamorphose [$\mu=39.42$] der Region Kansas ca. 10 Sekunden mehr Zeit benötigt wurde als für die entsprechenden Karten der Region Basel.

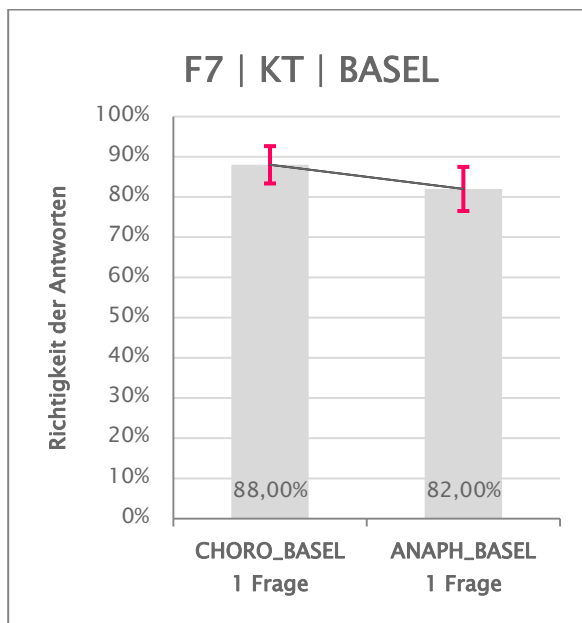


Bild 64: Richtigkeit | Frage F7 | Kartentyp | Basel

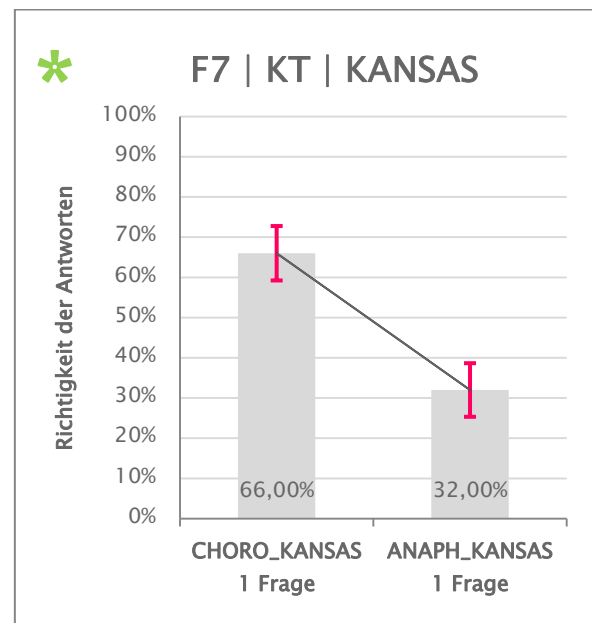


Bild 65: Richtigkeit | Frage F7 | Kartentyp | Kansas

Die Unterteilung der Frage F7 in die Gruppen der beiden Regionen [Bild 66] zeigt einen bereits erwarteten, signifikanten Unterschied [$F=45.231$, $p=0.000<0.05$, $\text{Power}=1.000$]. Neben diesem deutlichen Resultat bzgl. der Richtigkeit der Antworten liefert die benötigte Zeit [Bild 67] ebenfalls ein eindeutiges Ergebnis. Die Probanden benötigten im Schnitt ca. 20 Sekunden mehr, um die Fragen der Region Kansas im Vergleich zur Region Basel zu beantworten. Diese Differenz auf nur 2 Fragen verteilt ist signifikant [$F=16.370$, $p=0.000$, $\text{Power}=0.978$].

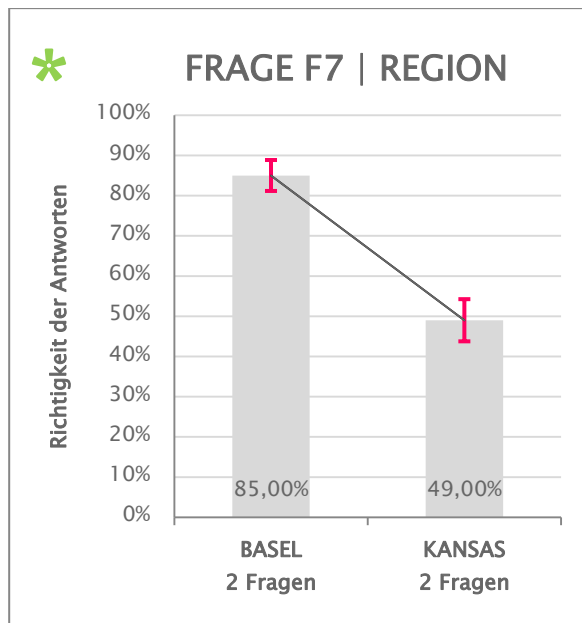


Bild 66: Richtigkeit | Frage F7 | Region

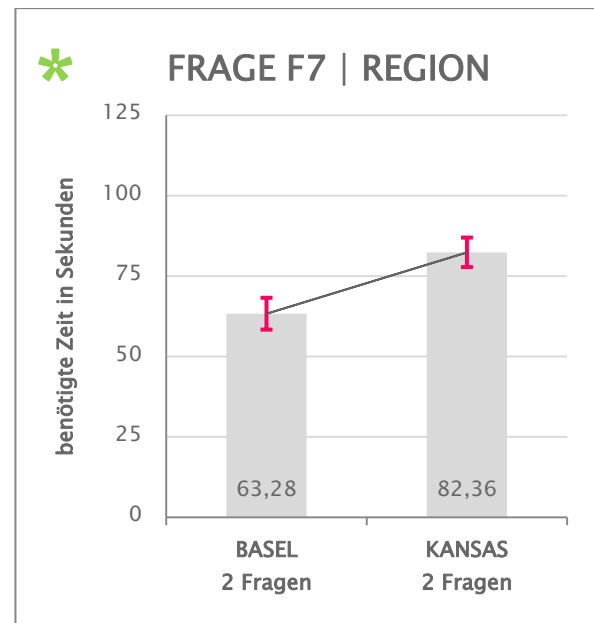


Bild 67: Zeit | Frage F7 | Richtigkeit

Der weitere Vergleich der Kartentypen innerhalb einer Region liefert für die Choroplethe wie auch der Anamorphose eindeutige Ergebnisse. Die Resultate des Vergleichs der Choroplethenkarte von Kansas mit derjenigen von Basel sagen aus, dass die Fragen von Kansas mit 66% richtigen Antworten deutlich schlechter beantwortet wurden als die von Basel mit 88% [F=9.426, $p=0.003 < 0.05$, Power=0.853]. Noch deutlicher fällt das Ergebnis für die Anamorphosen der jeweiligen Regionen aus, wie aus Bild 68 ersichtlich wird. Eine Differenz von 50% zwischen beiden Regionen ist mehr als deutlich [F=42.241, $p=0.000 < 0.05$, Power=1.000].

Die benötigte Zeit, um die Antworten der Frage F7 für die Anamorphosen zu geben, entspricht der Tendenz, welche für die Region über alle Kartentypen analysiert wurde. Dies bedeutet konkret [Bild 69], dass die Anamorphose von Basel [$\mu=29.78s$] deutlich schneller beantwortet wurde als die Anamorphose von Kansas [$\mu=39.42s$]. Dieses Resultat mit 10s Differenz ist signifikant [F=15.035, $p=0.000 < 0.05$, Power=0.967]. Für die Choroplethe der beiden Regionen kommt ebenso ein Ergebnis mit ca. 10s Unterschied zustande, wobei die Frage der Choroplethe von Basel in durchschnittlich 33.5s und die Frage der Choroplethe von Kansas in 42.94s beantwortet wurde. Dieser Vergleich ist signifikant [F=6.907, $p=0.011 < 0.05$, Power=0.731].

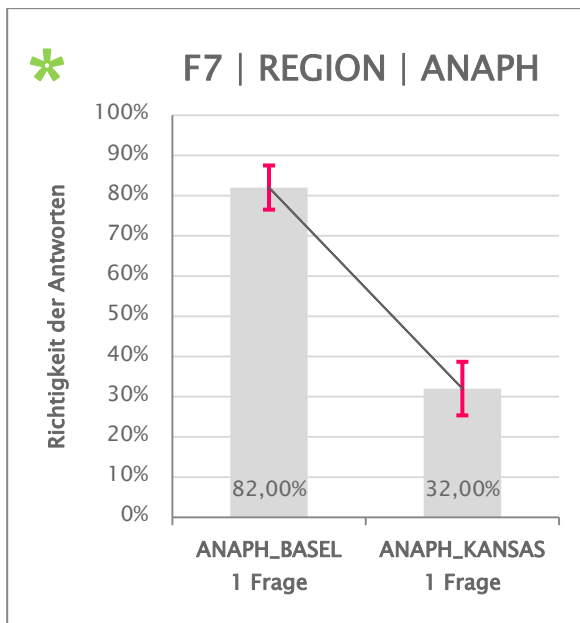


Bild 68: Richtigkeit | Frage F7 | Region | Anaph

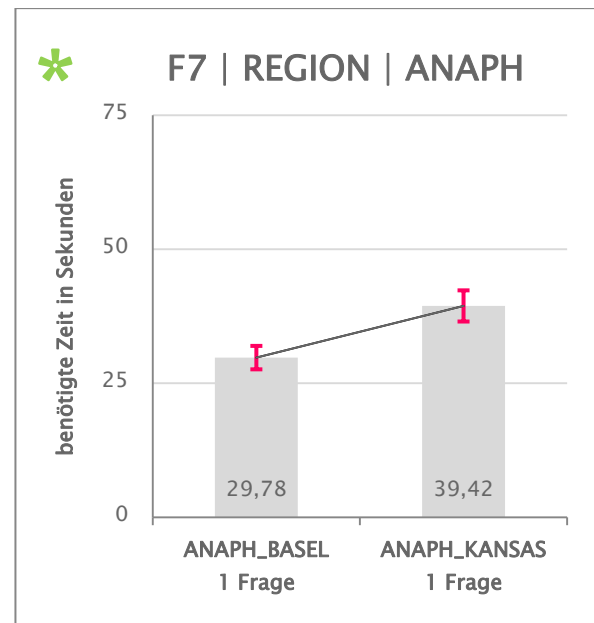


Bild 69: Zeit | Frage F7 | Region | Anaph

Die Resultate der Frage F7 nach der höheren Dichte an erwerbsfähigen Personen sind aufschlussreich. Es kann wiederum bestätigt werden, dass die Anamorphose deutlich schlechter abschneidet. Jedoch ist es zum ersten Mal der Fall, dass die Anamorphosen aber auch tendenziell weniger Zeit benötigten. Diese Konstellation kommt jedoch nur deshalb zustande, da für die Choroplethe von Kansas deutlich mehr Antwortzeit und gleichzeitig für die Anamorphose von Basel deutlich weniger Antwortzeit benötigt wird. Eindeutig ist auch die, unabhängig vom Kartentyp, durchweg geringe Anzahl an richtig beantworteten Fragen für die Region Kansas und relativ hohe Richtigkeit der Antworten für die Region Basel. Die hohe Richtigkeit der beiden Kartentypen von Basel lassen darauf schließen, dass die Frage von den teilnehmenden Personen richtig verstanden wurde. Die Vermutung, dass die Ursache dafür im Kartenbild von Kansas zu suchen ist, wird dadurch handfest.

5.6 Zusammenhangseffekte

Während der Auswertung der einzelnen Diagramme konnte beobachtet werden, dass in vielen Fällen möglicherweise ein Zusammenhang zwischen der Richtigkeit der Antwort und der dafür benötigten Zeit besteht. Möglicherweise beeinflusst die Region und der Kartentyp das Antwortverhalten weiter, wie es z.B. in Bild 68 und Bild 69 zu sehen ist. Ob dies für alle Fragen gültig ist, wurde mit der Korrelationsanalyse überprüft. Die Resultate liefern für den Kartentyp, die Region sowie der einfachen und schwierigen Fragen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Richtigkeit und der dafür benötigten Zeit und umgekehrt. Dagegen konnte festgestellt

werden, dass die benötigte Zeit für die Choroplethenkarten, sowie die benötigte Zeit für die Anamorphosen einen signifikanten Zusammenhang aufweisen [$r=.874$, $p=0.000<0.05$]. Ebenso verhält es sich für die benötigte Zeit der beiden Regionen [$r=.862$, $p=0.000<0.05$]. Dies bedeutet, dass das Verhalten der Probanden während der gesamten Umfrage konstant geblieben ist und ein langsamer Proband alle Fragen langsam beantwortet und ein schneller Proband alle Fragen schnell beantwortete – unabhängig vom momentan gezeigten Kartenbild.

Der Scatterplot in Bild 70 zeigt den Zusammenhang der benötigten Zeit in Sekunden bezüglich des Kartentyps. Aufgrund der Stärke der Korrelation [$R^2=0.76$] ist das Ergebnis signifikant. Für die Anamorphosen wird dabei jeweils mehr Zeit benötigt als für die Choroplethen. In Bild 71, für die beiden Region Basel und Kansas, verhält es sich ähnlich wie für den Kartentyp. Das Bestimmtheitsmaß der Trendlinie [$R^2=0.74$] ist einigermaßen hoch. Aufgrund der Streuung und der Trendlinie resultiert, dass die Probanden im Schnitt für die Region Basel mehr Zeit benötigten als für die Region Kansas.

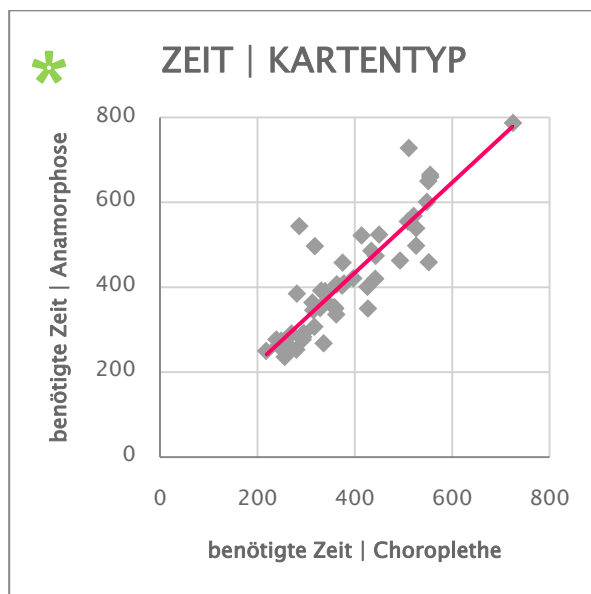


Bild 70: Zusammenhang | Zeit | Kartentyp

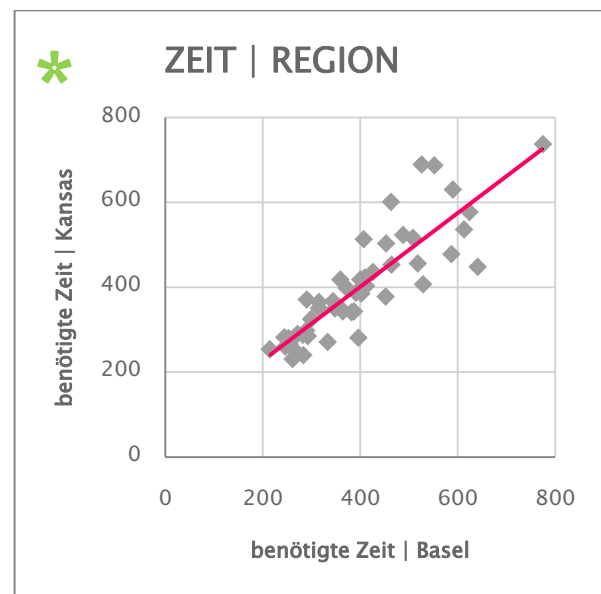


Bild 71: Zusammenhang | Zeit | Region

Die Zusammenhangseffekte können, im Anbetracht der zur Verfügung stehenden Zeit, nicht gründlicher untersucht werden. Dabei könnten sowohl die Stärke als auch die Richtung der Korrelation gegebenenfalls weiterführende Hinweise liefern.

5.7 Hauptaussagen der Analyse

Um die Flut an Informationen und Diagrammen zu ordnen und bevor die gewonnenen Resultate und Erkenntnisse interpretiert werden, können zusammenfassend folgende Hauptaussagen festgehalten werden:

Hauptaussagen zur Richtigkeit der Antworten:

- | Die Fragen der Anamorphose werden von den Probanden immer schlechter beantwortet.
- | Kansas schneidet im Vergleich der Regionen als auch im Vergleich der Kartentypen hinsichtlich der richtigen Antworten immer schlechter ab.
- | Die einfachen Fragen werden grundsätzlich richtig beantwortet.
- | Die Frage F5 schneidet bei den schwierigen Fragen am besten ab.
- | Die Frage F6 erweist sich als zu schwierig für die Probanden.
- | Die Frage F7 bereitet den Probanden erhebliche Schwierigkeiten für die Region Kansas. Vor allem beim Beantworten der Frage für die Anamorphose.

Hauptaussagen zur benötigten Antwortzeit:

- | Für die Anamorphosen benötigen die Probanden grundsätzlich mehr Zeit, um die Frage zu beantworten.
- | Für die Region Basel gibt es große Differenzen in der Antwortzeit zwischen Choroplethe und Anamorphose bei den einfachen Fragen auf.
- | Für Kansas wird für beide Kartentypen gleich viel Zeit zum Beantworten der Fragen benötigt.
- | Zwischen Antwortzeit, Richtigkeit und Kartentyp besteht keinerlei Zusammenhang in jeder Kombination.
- | Alle Probanden beantworteten unabhängig von der gezeigten Karte immer gleich schnell oder langsam.

6 Diskussion

Im Fokus dieser Arbeit steht die Evaluation der Kartenanamorphose, mit dem Ziel herauszufinden, ob Anamorphosen im Vergleich zu Choroplethenkarten richtig interpretiert werden und ob der Kartentyp darauf einen Einfluss besitzt. Weiter wurde geprüft, ob das richtige Interpretieren auch für komplexe Zusammenhänge möglich ist. Das Umfragedesign der Studie ermöglicht einen direkten Vergleich zwischen herkömmlichen Choroplethenkarten mit Kreisdiagrammen und den immer häufiger verwendeten Kartenanamorphosen. Beide Kartentypen besitzen, bedingt durch die notwendige Vergleichbarkeit, einen deckungsgleichen Informationsgehalt – lediglich die geometrisch-graphische Umsetzung ist verschiedenartig.

Zusätzlich drängt sich die Frage auf, aus welcher Darstellungsart sich die Information einfacher erkennen lässt? Larkin und Simon (1987: 67) beschreiben diesen „Wirkungsgrad“ zwischen zwei Darstellungen mit Hilfe der *computational efficiency*. Dabei spielen drei Faktoren bei der Beurteilung der Darstellung eine Rolle. Diese entsprechen im weitesten Sinne den Elementen der Karteninterpretation:

- | das Suchen
- | das Erkennen
- | die Schlussfolgerung

Diese *computational efficiency* lässt sich nicht einfach berechnen oder messen, sondern kann in dieser Studie durch eine Kombination zwischen den richtig gegebenen Antworten [Schlussfolgerung] und der benötigten Zeit beschrieben werden. Daraus ergibt sich der „Wirkungsgrad“ eines Kartentyps – der gedankliche Aufwand, der nötig ist, um eine Information aus einer Karte zu erhalten. Jedoch gilt es zu diskutieren, weshalb für die beiden Kartentypen und Regionen genau dieses Ergebnis zustande kommt. Den „Wirkungsgrad“ eines Kartentyps bestimmt ausschließlich der Informationsverarbeitungsprozess jeder einzelnen Person (Larkin und Simon 1987: 65).

6.1 Effektivität

Das schlechtere Abschneiden der Anamorphose während der gesamten Umfrage ist sicherlich auf den ungewohnten Umgang mit dieser Darstellungsart zurückzuführen. Ashwanden (1998: 226) konnte aufgrund von begrifflichen Wertungen der Probanden die Kartenanamorphosen in ihrer Studie als „schwer zu lesen“ einstufen. Die Eindrücke und Meinungen der Probanden dieser Studie lassen sich im Nachhinein nicht herausfinden, weil die teilnehmenden Personen nicht explizit nach ihren

Erfahrungen und Eindrücke im Umgang mit Kartenanamorphosen gefragt wurden. Eine endgültige Antwort diesbezüglich ist daher nicht möglich.

Die Resultate haben gezeigt, dass der Fragetyp einen primären Einfluss auf die richtigen Antworten besitzt. Die Effektivität der einzelnen Fragetypen lässt sich auf die drei Erfassungsstufen von Bertin (1974: 149) übertragen. Dies bedeutet, dass die elementare, sowie die mittlere Stufe des Erfassens keinerlei, die obere Stufe des Erfassens dagegen erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Folgende Aussage kann daher getroffen werden:

- | Fragen nach einzelnen Elementen oder einer Gruppe von Elementen werden grundsätzlich verstanden.

In diesen Fragen wird jeweils nach einer der Variablen Größe oder Farbe gefragt. Es spielt dabei keine Rolle, um welchen Kartentyp oder um welche Region es sich handelt.

Bei Fragen der oberen Erfassungsstufe müssen die Probanden komplexe Zusammenhänge zwischen den Variablen Größe und Farbe erkennen. Es treten Unterschiede auf, die in dieser Art bei den einfachen Fragen nicht zu beobachten waren. Der Kartentyp und die Region haben plötzlich einen Einfluss auf die Effektivität. Diese sinkt für die Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen als auch für die Anamorphose aufgrund der komplexen Fragen gleichermaßen. Es ist unerheblich, um wie viel die Anamorphose gegenüber der Choroplethe schlechter abschneidet, da diese Tendenz über die gesamte Umfrage gegeben ist und sich auf die bereits erwähnte, schwerere Lesbarkeit zurückführen lässt. Viel interessanter ist, weshalb die Region Kansas für die vertrackten Fragen immer schlechtere Resultate liefert als die Region Basel. Weiter ist außergewöhnlich, dass die Anamorphose wie auch die Choroplethe davon betroffen sind. Grundlage für die weitere Diskussion liefern die Ergebnisse der Frage F7, bei welcher nach der höheren Dichte an erwerbsfähigen Personen gefragt wird – der Grund dafür ist simpel. Frage F5 vergleicht die erwerbsfähigen Personen von zwei Regionen miteinander und lässt dadurch keine Aussagen zu einem einzelnen Element zu. Frage F6, bei der nach der absoluten Anzahl an erwerbslosen Personen gefragt wurde, erwies sich als zu schwierig oder zu abstrakt für die Probanden und kann nur hinsichtlich der Effizienz in der Diskussion berücksichtigt werden. Eine Aussage anhand von Frage F6 kann dennoch getroffen werden:

- | Unabhängig vom Kartentyp darf die Frage einen gewissen Grad an Komplexität nicht überschreiten.

Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen

Als Ursache für das schlechte Abschneiden der Choroplethe von Kansas kann nur die Form der Umrisslinie in Kombination mit den Werten der Kreisdiagramme in Frage kommen. Dent (1975) konnte in seiner Studie feststellen, wie im Forschungsstand beschrieben, dass die besten Ergebnisse im Schätzen von Flächengrößen erzielt werden, wenn die Polygone rechteckige Umrisslinien aufweisen. Ein Vergleich, ob eine Fläche größer oder kleiner als eine andere ist, sollte ebenfalls leicht möglich sein. Die Charakteristik der Umrisslinie sollte sich dieser Erkenntnis nach positiv für die Region Kansas auswirken. Die Kreisdiagramme müssen näher betrachtet werden. In der Region Kansas sind diese generell sehr klein, besitzen aber hohe Kennwerte. Weiter ist die Spannweite zwischen dem Minimal- und Maximalwert sehr hoch, die meisten Kreisdiagramme aber ähnlich klein. Schätzt man ein Kreisdiagramm nur leicht falsch, hat dies eine große Abweichung zwischen Schätzwert und realem Wert zur Folge. Im Umkehrschluss bestätigt dies die Aussage von Dent (1975), dass niedrige Werte der Schlüsselsymbole bessere Ergebnisse zur Folge haben. Das Phänomen des schwierigen Schätzens ungefähr gleich großer Elemente wird als differentielle Wahrnehmbarkeitsschwelle [$JND = \textit{just noticeable difference}$] bezeichnet. Dieser „eben noch bemerkbare Unterschied“ sollte im Vorfeld eines Experiments in einem Vergleich zwischen einem konstanten Standardstimulus und mehreren ähnlich großen Diagrammen getestet werden. Das Schätzverhalten der Probanden lässt sich besser beschreiben (Slocum 1981: 55). In dieser Studie wurde auf einen solchen Test verzichtet, da ein Pretest über die Identifikationsfähigkeit zwischen Übersichtskarte und Testkarte für wichtiger erachtet wurde. Für die Region Kansas ist diese Erkenntnis betreffend der Werte der Kreisdiagramme nicht umsetzbar gewesen und möglicherweise führt genau dieser Umstand zur Fehlinterpretation. Die vielen, nicht korrekt gegebenen Antworten der Choroplethe von Kansas sind auf die graphische Gestaltung der Kreisdiagramme zurückzuführen. Inwieweit dieses Problem behebbar ist, lässt sich schwer einschätzen. Auf der einen Seite bestimmen die statistischen Werte die Größe der Kreisdiagramme, auf der anderen Seite ist die geographische Verteilung dieser Diagramme durch die administrativen Grenzen vorgegeben. Entscheidet man sich in einem solchen Fall für die bessere Lesbarkeit [kleine Diagramme] oder für ein besseres Schätzen der Werte [große Diagramme]? Der Kompromiss in dieser Studie ging zugunsten einer besseren Lesbarkeit.

Die Struktur, welche die Choroplethenkarte der Region Basel dagegen aufweist, ist grundsätzlich verschieden von der Choroplethe der Region Kansas. Die

Choroplethenkarte der Region Basel hat amorphe Gemeindegrenzen, die Kreisdiagramme sind generell größer und deren Kennwerte um einiges kleiner. Neben den kleineren Kennwerten variieren die Kreisdiagrammgrößen mehr als bei den Diagrammen von Kansas. Das Erkennen der Werte fällt deutlich leichter, ohne dass die Lesbarkeit darunter leidet. Die amorphen Gemeindegrenzen haben anscheinend keinen negativen Einfluss auf das Schätzen der Flächengröße. Ausschlaggebend für die Effektivität ist die größere Spannweite an Kreisdiagrammgrößen in Kombination mit niedrigeren Kennwerten. Neben dem besseren Erkennen der Werte ist auch die korrekte Schlussfolgerung anhand der Choroplethenkarte von Basel einfacher.

Anamorphose

An der Datenstruktur hat sich zwischen der Choroplethe und der Anamorphose nichts geändert. So sind die Kennwerte der Region Basel immer noch kleiner und die der Region Kansas immer noch höher. Die Fragen sind ebenfalls gleich geblieben. Das Erkennen der Werte und die daraus abzuleitende Schlussfolgerung fällt immer noch gleich schwer oder leicht. Verändert wurde die Darstellung der statistischen Daten. Anstelle der Kreisdiagramme findet eine gewichtete Transformation der Umrisslinien statt und diese Verzerrung muss näher beschrieben werden.

Für beide Regionen wurden dieselben Einstellungen im Programm ScapeToad verwendet um die Kartenanamorphose zu generieren. Die Größe der Anamorphose wurde nachträglich an die entsprechende Übersichtskarte angepasst, damit ein einfacheres Identifizieren der markierten Gemeinde möglich ist. Die Identifizierung sowie das anschließende Erkennen der Werte von einzelnen Elementen oder einer Gruppe von Elementen sind möglich. Die richtig beantworteten Fragen des Pretests und der einfachen Fragen belegen diese Feststellung. Die Transformation der Umrisslinien hat keinen oder nur einen geringen Einfluss auf die einfachen Fragen der elementaren und mittleren Erfassungsstufe nach Bertin.

Griffin (1983) schlägt nach seiner durchgeführten Studie zur Standortidentifikation vor, die Nachbarschaftsbeziehungen in Kartenanamorphosen zu erhalten. Diese Aussage kann aufgrund der zuvor erwähnten Resultate im Pretest und den einfachen Fragen bekräftigt werden. Die Forderungen von Dent (1975) und Aschwanden (1995) nach einer Beschriftung zur Verbesserung der Orientierung innerhalb der Anamorphose ist nicht notwendig, solange eine gleich große Übersichtskarte vorhanden ist, an der die Ursprungsform ablesbar ist. Ob allerdings gänzlich auf die Übersichtskarte für die einfachen Fragen verzichtet werden kann, wurde nicht getestet. Darüber kann keine Aussage getroffen werden.

Nachdem die einfachen Fragen äußerst zufriedenstellende Resultate lieferten, muss die Ursache für das schlechte Abschneiden der Anamorphose von Kansas im Zusammenhang mit den komplexen Fragen gefunden werden. Verantwortlich dafür kann nur die Transformation der Countys sein, da die Probanden bei der Anamorphose von Basel keine nennenswerten Schwierigkeiten hatten.

Aufgrund derselben Einstellungen im Programm ScapeToad ist der Grad der Transformation für beide Anamorphosen gleich, jedoch wirkt sich diese unterschiedlich auf die Charakteristik der Gemeinden und Countys aus, wie in Tabelle 7 zu erkennen ist.

Tabelle 7: Transformation der Charakteristik

CHARAKTERISTIK	REGION BASEL	REGION KANSAS
ÜBERSICHTSKARTE	amorph ↓	rechteckig ↓
ANAMORPHOSE	amorph	amorph

Die Transformation beruht auf dem verwendeten *diffusion algorithm* nach Gastner und Newman. Bei dieser Methode „verdrängt“ eine dicht besiedelte Gemeinde so lange eine weniger dicht besiedelte Gemeinde, bis die Dichte überall gleich hoch ist (Gastner und Newman 2004: 7500). Es ändert sich die Charakteristik zwischen der Übersichtskarte und der Anamorphose der Region Kansas [rechteckig → amorph]. Übertrieben ausgedrückt muss eine rechteckige Fläche mit einer runden Fläche verglichen werden und dabei die flächenmäßige Veränderung geschätzt werden. Diese Veränderung ist in Kombination mit den komplexen Fragen zu anspruchsvoll für die Probanden, was die vielen falschen Antworten belegen. Da eine flächenmäßige Veränderung geschätzt werden muss, kann Griffins zweite Forderung zu hundert Prozent bestätigt werden:

- | Die Charakteristik zwischen der Übersichtskarte und Anamorphose sollte nach Möglichkeit beibehalten werden.

Die korrekte Schlussfolgerung der Probanden für die Anamorphose von Basel liefert den Beweis.

6.2 Effizienz

Die Effizienz der Antworten zu den verschiedenen Darstellungen kann nicht mit bisherigen Studien verglichen werden, da dort keine direkten Angaben über die Zeit vorliegen.

Die Effizienz der Fragen dieser Studie hängen in keiner Weise mit der Effektivität einer Darstellungsart zusammen. Die Korrelationsanalyse ergab, dass lediglich das Antwortverhalten der Probanden über die gesamte Umfrage konstant ist. Auftretende Schwierigkeiten lassen sich abhängig von der Frage, des Kartentyps oder der Region ableiten und mit der bereits diskutierten Effektivität vergleichen.

Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen

Für die einfachen Fragen der elementaren und mittleren Erfassungsstufe konnten keinerlei Schwierigkeiten bzgl. der Effektivität festgestellt werden. Die Effizienz der gegebenen Antworten für die Regionen und Kartentypen liefern keine Anhaltspunkte, dass dort Probleme aufgetreten sind.

Die schwierigen Fragen der oberen Erfassungsstufe lassen eine bessere Effizienz zugunsten der Choroplethenkarte der Region Basel deutlich werden. Für die Choroplethenkarte der Region Kansas benötigen die Umfrageteilnehmer dagegen mehr Zeit und geben weniger richtige Antworten, was auf die beschriebenen Probleme der Kreisdiagramme zurückgeführt werden kann.

Anamorphose

Für die Anamorphosen verhält es sich bei der elementaren und mittleren Erfassungsstufe ähnlich wie bei den Choroplethen. Es spielt keine Rolle, ob eine Frage für die Region Basel oder Kansas gestellt wird. Die benötigte Zeit und die richtig gegebenen Antworten können dies belegen.

Bevor die Resultate der Zeit für die Frage F7 erläutert werden, sollte zuerst die Antwortzeit der Frage F6 unter dem Aspekt der Transformation betrachtet werden. Zwar brachte diese Frage keine korrekten Resultate, ist aber dennoch aufgrund der benötigten Zeit aufschlussreich. Um die Aufgabe der Frage F6 zu lösen, muss der Wert eines Polygons abhängig von der Kreisdiagrammgröße berechnet und verglichen werden. Hierbei wird für die Anamorphose von Basel deutlich mehr Zeit benötigt, um die Antwort zu geben. Dies lässt erkennen, dass vermutlich die Orientierung aufgrund der Charakteristik in der Anamorphose von Basel sehr leicht verloren geht. Die beiden gekennzeichneten Gemeinden liegen in einem Gebiet, das in der Anamorphose sehr stark verzerrt wurde. Die entsprechenden Countys bei der Frage für die Anamorphose von Kansas liegen dagegen in einem weniger verzerrten Gebiet.

Unabhängig von der Richtigkeit der Antworten muss neben der räumlichen Verteilung der gekennzeichneten Elemente auch der Grad der Transformation in der jeweils betrachteten Region einen Einfluss auf die Orientierung haben – bedingt durch die Charakteristik.

Einen weiteren, deutlichen Unterschied gibt es für die schwierige Frage F7 der Anamorphosen. Bei dieser Frage nach der Dichte der erwerbsfähigen Personen musste für nur ein Element der Zusammenhang zwischen der Variablen Größe und Farbe erkannt werden. Die Probanden benötigten für die Frage der Anamorphose der Region Kansas signifikant mehr Zeit. Hier macht sich die Transformation der Charakteristik zwischen der rechteckigen Übersichtskarte und der organisch gewachsenen Kartenanamorphose der Region Kansas bemerkbar. Der erhöhte Zeitbedarf sollte keinen Einfluss auf die Korrektheit der Antworten haben, sondern der Tatsache gezollt werden, dass der gedankliche Aufwand höher ist. Für die Anamorphose von Kansas ist dies anscheinend nicht möglich. Die Vermutung wird bestärkt, dass die Transformation der Charakteristik zu anspruchsvoll für die Probanden ist. Fragen der Region Basel werden letztendlich nicht nur effektiver, sondern auch effizienter beantwortet, da die Charakteristik sich nicht ändert.

6.3 Fazit der Studie

Die eingangs gestellte Vermutung, dass es einen Unterschied in der Interpretation zwischen einer Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen und einer Anamorphose bei gleichem Inhalt gibt, kann nur teilweise bestätigt werden. Von Bedeutung ist der Aufwand, welcher nötig ist, um die Information aus der Karte zu entnehmen. Ist die Effektivität für die Choroplethenkarte und Anamorphose einer Region annähernd identisch [kein signifikanter Unterschied], kann dieselbe Information aus beiden Darstellungsarten gewonnen werden. Dieser Aufwand der Informationsgewinnung ist dann gleichwertig, wenn auch die Effizienz keinen signifikanten Unterschied aufweist. Ist dies der Fall, sind beide Darstellungsarten *computational äquivalent* (Larkin und Simon 1987: 67).

Der Aufwand, der nötig ist, um dieselbe Information aus beiden Darstellungsarten zu erkennen, ist in dieser Studie nicht gleichwertig. Die beiden Kartentypen sind daher nicht *computational äquivalent*. Eine Kombination aus der Schwierigkeit der Fragen [Erfassungsstufen], der Region [Basel/Kansas] und dem Kartentyp [Choroplethe/Anamorphose] ist dafür verantwortlich. Je nach Konstellation ist es den

Probanden zumindest möglich gewesen, denselben Informationsgehalt aus beiden Kartentypen zu ziehen.

Fragen der elementaren und mittleren Erfassungsstufe

Bei Fragen der elementaren und mittleren Erfassungsstufen nach Bertin wird ein einzelnes Element oder eine Gruppe von Elementen entweder nach der Variable Größe oder der Variable Farbe untersucht. Die Probanden müssen die drei vorgegebenen Antworten anhand der Fragestellung miteinander vergleichen und eine Gemeinde [Polygon] auswählen. Die zusammengefassten Resultate in Bild 72 zeigen, dass durchweg eine sehr hohe Anzahl an richtigen Antworten gegeben wurde.

Für die einfachen Fragen kann insgesamt kein signifikanter Unterschied bei der Interpretation zwischen der Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen und der Kartenanamorphose festgestellt werden. Die Hypothese bezüglich der gleichwertigen Interpretation kann für die Fragen der elementaren und mittleren Erfassungsstufe bestätigt werden:

- | Es ist den Probanden gelungen, dieselbe Information aus der Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen und der Anamorphose zu entnehmen.

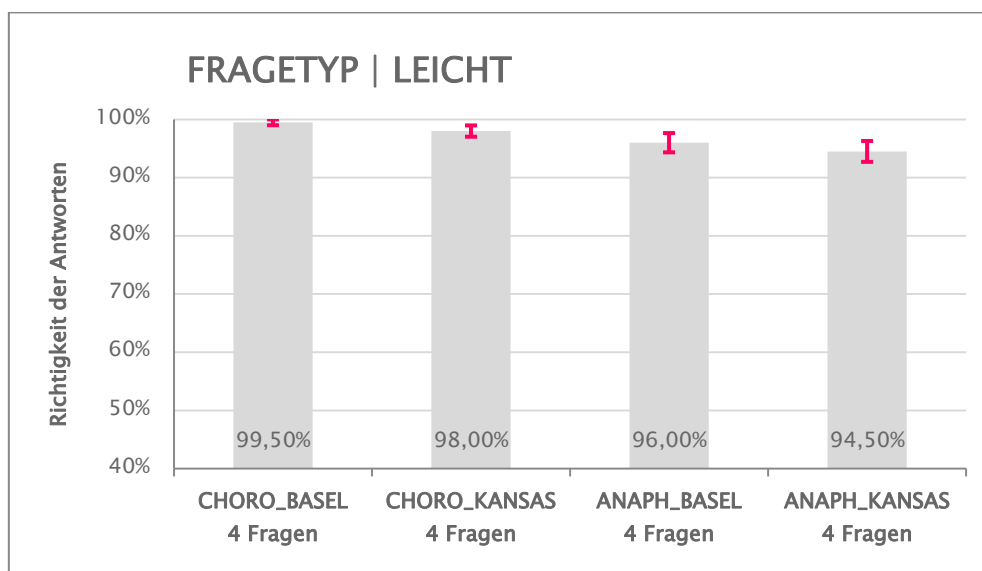


Bild 72: Richtigkeit | Fragetyp | Leicht

Das zeitlich schlechtere Abschneiden der Fragen für die Anamorphose [Bild 73] lässt sich vermutlich auf den ungewohnten und untrainierten Umgang mit Kartenanamorphosen zurückführen. Das zeitlich bessere Abschneiden der Choroplethe von Basel lässt einen geübten Umgang mit dieser Form der Charakteristik vermuten, da 56%

der Teilnehmerangaben, öfters thematische Karten zur Informationsbeschaffung zu verwenden. Für diese einfachen Fragen wird deutlich, dass in der Anamorphose von Kansas die Orientierung auf trügerische Weise einfacher erscheint und vermutlich nicht extra kontrolliert wurde, ob wirklich die richtige Gemeinde betrachtet wurde – anders als es bei Fragen zur Anamorphose von Basel der Fall gewesen sein muss.

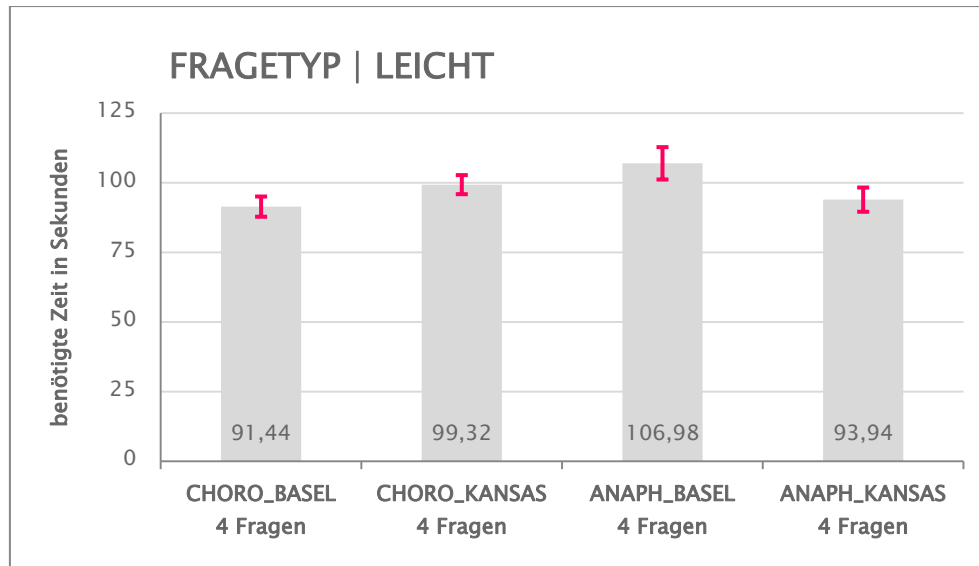


Bild 73: Zeit | Fragetyp | Leicht

Fragen der oberen Erfassungsstufe

Die Fragen der oberen Erfassungsstufe erfordern einen höheren gedanklichen Aufwand, da der Zusammenhang eines Elementes aufgrund von zwei Variablen erkannt werden muss. Es müssen dafür beide Variablen Farbe und Größe jedes einzelnen, markierten Elementes miteinander verglichen werden, damit letztendlich eine korrekte Schlussfolgerung möglich ist. Wie in Bild 74 zu erkennen ist, gelingt dies für die einzelnen Kartentypen unterschiedlich gut. Es ist aufgrund des nicht signifikanten Unterschieds nur innerhalb der Region Basel möglich, dieselbe Information aus der Choroplethe mit Kreisdiagrammen als auch aus der Anamorphose zu entnehmen. Weiter lässt sich deutlich erkennen, dass dieser Fall nicht auf die Region Kansas zutrifft.

Eine Aussage bezüglich der Hypothese, ob komplexe Zusammenhänge in beiden Kartentypen erkannt werden lautet aufgrund des mangelhaften Abschneidens der Frage nach der absoluten Anzahl an erwerbslosen Personen folgendermaßen:

- | Unabhängig vom Kartentyp darf die Frage einen gewissen Grad an Komplexität nicht überschreiten.

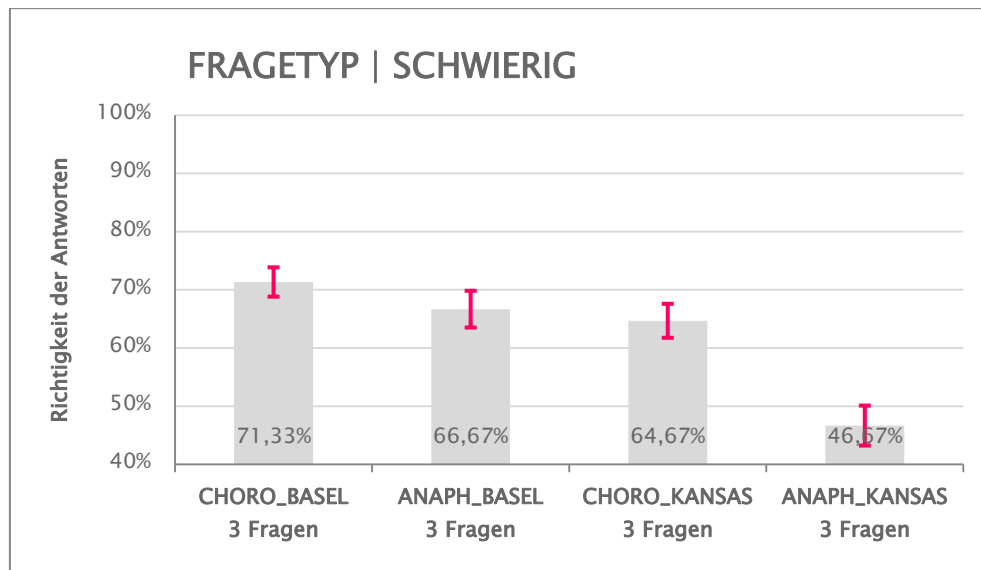


Bild 74: Richtigkeit | Fragetyp | Schwierig

Zwischen den beiden Kartentypen der Region Kansas gibt es erhebliche Unterschiede. Die in 6.1 Effektivität angesprochenen Schwierigkeiten beim Beantworten der Fragen für die Choroplethenkarte liegen darin, dass in der Region Kansas das richtige Schätzen und Erkennen der Kreisdiagramme sehr schwer fallen. Ursache ist zum einen die geographische Verteilung der Daten und zum anderen die Lesbarkeit der Kreisdiagramme. Die Transformation der Charakteristik ist verantwortlich für das schlechte Abschneiden der Anamorphose von Kansas. Diese Transformation überfordert die Probanden.

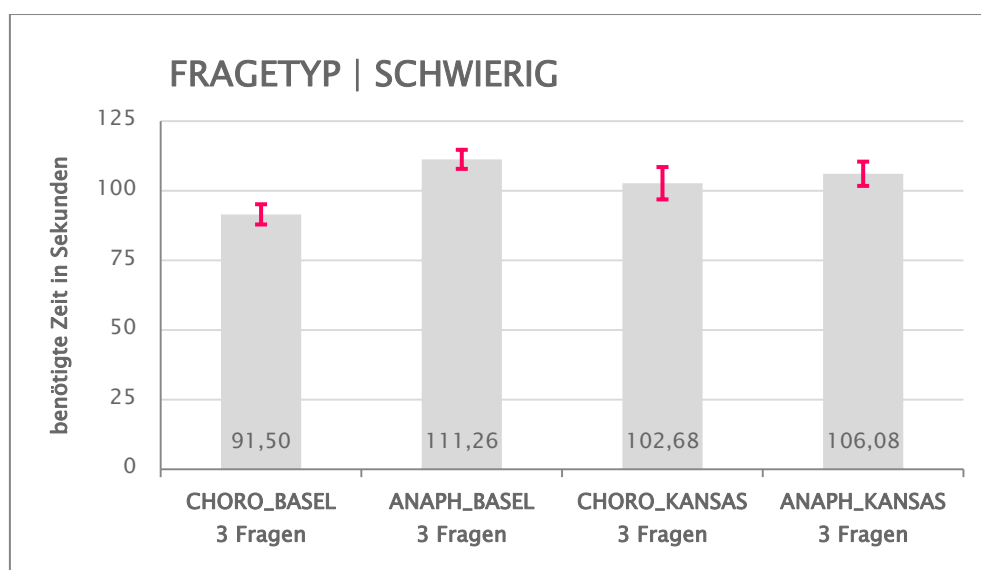


Bild 75: Zeit | Fragetyp | Schwierig

In der erklärenden Instruktion am Anfang der Umfrage wurden die Probanden ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sie für die Fragen unbegrenzt Zeit zur Verfügung haben. Eine Frage, die als zu schwierig oder abstrakt erscheint, hätte sich durch eine Stresssituation in Form einer Denkblockade geäußert (Vester 1997: 143). Neben einer geringeren Richtigkeit der Antworten müsste auch die Antwortzeit für diese Frage deutlich höher ausfallen. Diese Überforderung ist den teilnehmenden Personen aber nicht anzumerken, da es keine zeitlichen Ausreißer nach oben zu beobachten gibt [Bild 75]. Die Probanden sind wahrscheinlich der Meinung, dass sie die Frage richtig beantwortet haben.

Für die erschwerte Entnahme der Information aus der Region Kansas ist nicht das Suchen der Countys die Ursache, sondern vielmehr das Nichterkennen des Zusammenhangs aufgrund von falsch oder schlecht geschätzten Werten. Dieser Fehler in der Anamorphose von Kansas kommt aus folgendem Grund zustande:

- | Die Transformation ändert die Charakteristik der Umrisslinien und lässt die flächenmäßige Verzerrung sehr schlecht schätzen.

Wie die Region Basel belegt, ist es möglich sowohl in einer Choroplethenkarte mit Kreisdiagrammen als auch in einer entsprechenden Anamorphose komplexe Zusammenhänge zwischen den Variablen Form und Farbe zu erkennen. Aus diesem Grund ist das Erkennen eines komplexen Zusammenhangs nicht von einem bestimmten Kartentyp, sondern vom Grad der veränderten Charakteristik zwischen der Übersichtskarte und der Anamorphose abhängig.

Bezüglich der Resultate und dem Analysieren der möglichen Ursachen kann die Hauptaussage zum sinnvollen Einsatz von Kartenanamorphosen getroffen werden:

- | Je nach Verteilung der statistischen Daten und Charakteristik der Umrisslinien ist nicht jeder Typ von Kartenanamorphose gleich gut geeignet. Für bereits amorphe Umrisslinien in der Ausgangskarte kann der *diffusion algorithm* von Gastner und Newman für zusammenhängende Kartenanamorphosen durchaus empfohlen werden.

Für Regionen wie Kansas, die einen quadratischen Charakter besitzen, könnte sich eine nicht zusammenhängende Anamorphose vermutlich besser eignen.

7 Ausblick

| „Lässt sich eine Kartenanamorphose als Grundlage für eine thematische Kartenserie verwenden?“

Grundsätzlich ist es möglich, eine Kartenserie mit Kartenanamorphosen zu gestalten. Solch eine thematische Kartenserie macht jedoch nur dann Sinn, wenn immer die gleiche Region mit derselben Verzerrung gezeigt wird. Bei einem gedruckten Atlas kann in den ausklappbaren Umschlagsseiten die Übersichtskarte mit eingebunden werden, ist immer sichtbar und es ist nicht notwendig auf jeder Seite wertvollen Platz für die Übersichtskarte zu verschwenden. Wie die Studie belegt, muss je nach Region und Charakteristik eine passende Darstellungsmethode für die Anamorphose gefunden werden.

Durch die Wahl der richtigen Darstellungsart sind aber nicht alle Probleme beseitigt. Der untrainierte Umgang stellt die größte Herausforderung dar. Es ist ein Konzept erforderlich, bei dem der Nutzer an das richtige Lesen einer Anamorphose herangeführt wird. Die Kartenleser müssen an die Hand genommen werden. Es muss ihnen erklärt werden, wie eine solche Karte funktioniert. Griffin (1983) konnte in seiner Studie zur Standortidentifikation in einer Übersichtskarte und einer Anamorphose feststellen, dass in einem zweiten Durchgang die Probanden deutlich schneller antworteten und sich dies nicht negativ auf die Richtigkeit auswirkte. Verbesserungen im Lesen und ein Lerneffekt sind deswegen grundsätzlich möglich. Werden Kartenanamorphosen häufiger eingesetzt, ist eine konstante Auseinandersetzung zwischen der Karte und den Leserinnen und Lesern möglich. Durch eine kurze Erklärung zur Funktionsweise der Anamorphose, vor allem im Bezug auf die Verzerrung, sollte dieser „Trainingseffekt“ verstärkt werden. Erst durch diese Erläuterung kann ein kontrollierter Lerneffekt einsetzen. Verantwortlich dafür ist ein Prozess im Gehirn, der entscheidet was zu speichern ist und was aktiv gelöscht wird, weil es nicht mehr benötigt wird (Spitzer 2007: 921). Nur sich ständig wiederholende, aufmerksam machende und erklärende Elemente werden nicht gelöscht. Nach einer gewissen Lernphase ist es möglich, Informationen aus einer Kartenanamorphose noch effizienter und effektiver zu gewinnen.

Im modernen, digitalen Zeitalter erreicht eine gedruckte, thematische Kartenserie ein nicht sehr großes Zielpublikum. Die Medienkompetenz der Kartenanamorphose stellt einen weiteren wichtigen Aspekt dar. Die Kompetenz liegt im Gebrauch des richtigen Mediums, um einen effektiven Einsatz zum Lösen bestimmter Aufgaben zu erreichen (Sutter 2010: 166). Die Frage stellt sich, wie der Leser für das entsprechende Medium an die Hand genommen werden soll. Sollte diese Instruktion

mündlich erfolgen? Reichen dafür schriftliche Erläuterungen bei einer statischen Karte aus? Oder eignet sich dafür eine interaktive Karte?

Jede einzelne dieser Methoden hat ihre Vor- und Nachteile und muss auf diese hin geprüft werden, um den Einfluss der Verzerrung den Lesern möglichst einfach zu vermitteln. Vermutlich eignet sich eine dynamische Darstellung der Verzerrung mit interaktiven, erklärenden Elementen am besten. Der Nutzer sollte die Möglichkeit haben über Bedienelemente die dynamische Animation der Verzerrung zu steuern und über interaktive Elemente zusätzliche Informationen über die Polygone zu erhalten. Das eröffnet weitere Möglichkeiten, komplexe Sachverhalte zu vereinfachen. Es entstehen andere Anforderungen als an eine klassische Papierkarte. Zur Debatte steht nicht, ob eine Animation besser ist als eine statische Karte, sondern mit welchem Medium eine erfolgsversprechende Methode gefunden werden kann, um die Funktionsweise von Anamorphosen zu erklären.

Unabhängig vom verwendeten Medium und durchaus illustrativ, beschreibt Edward Tufte die Fähigkeit und Möglichkeit einer Karte, derer man sich bewusst sein sollte:

«The most extensive data maps, [...], place millions of bits of information on a single page before our eyes. No other method for the display of statistical information is so powerful» (Tufte 2006: 26).

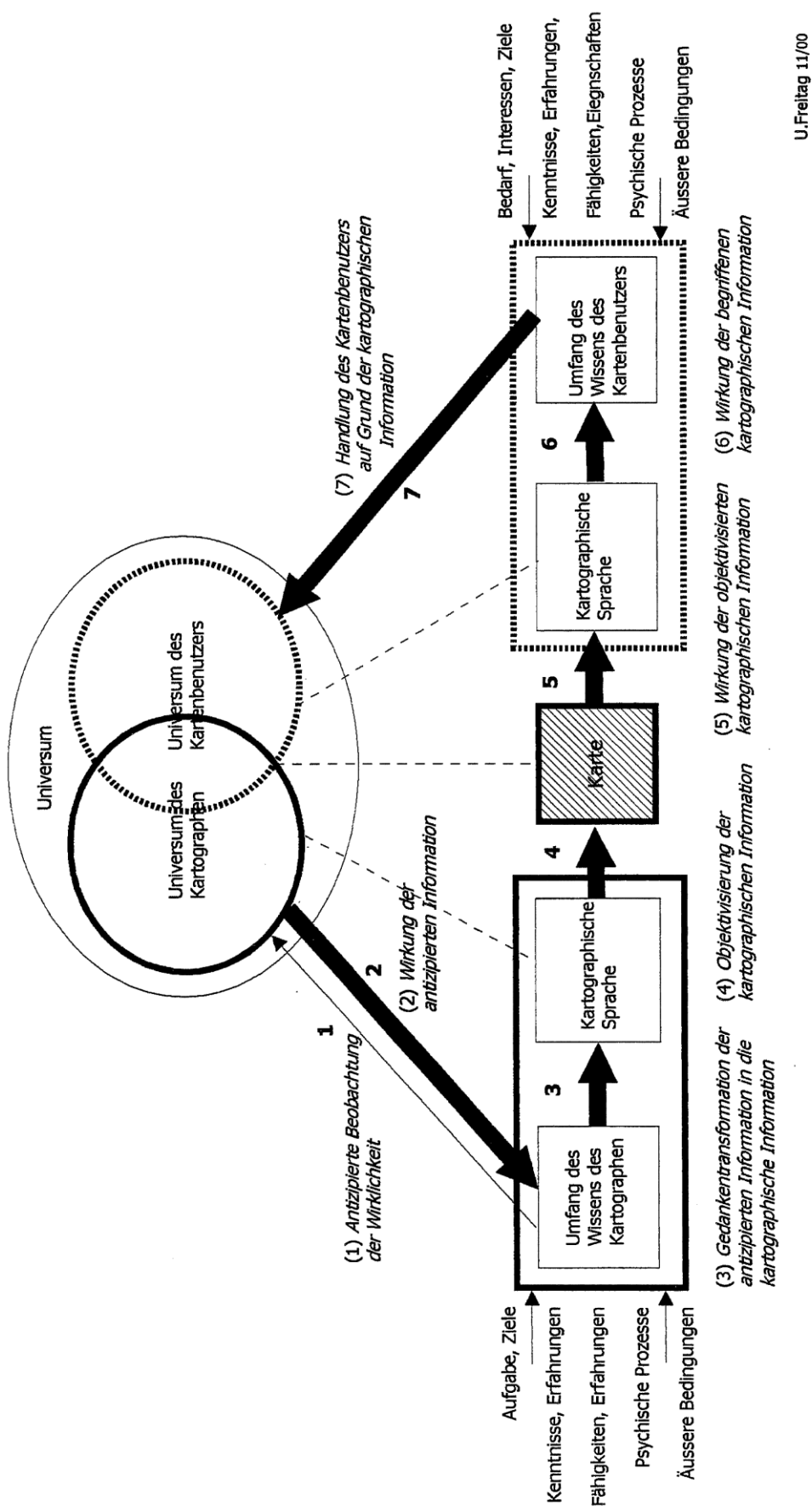
Dieses Zitat lässt die unendliche Mächtigkeit der Kartographie deutlich werden, in der alles erlaubt ist, was korrekt dargestellt wird. Für die Präsentation der Daten aber darf nicht die dargestellte Information im Mittelpunkt stehen, sondern vielmehr die Kartenkompetenz. Die erforderliche Kompetenz der Kartenleserinnen und Kartenleser wird durch die Erfahrung im Umgang mit einem Medium und den kognitiven Fähigkeiten bestimmt.

| Um eine verständliche, gut lesbare Visualisierung zu erstellen, ist die Verwendung des richtigen Anamorphosetyps von großer Bedeutung. Ausschlaggebend für die Wahl des Anamorphosetyps ist die Charakteristik der Umrisslinien und die geographische Verteilung der statistischen Daten.

Alle Informationsvisualisiererinnen und Informationsvisualisierer sollten diesen Ratschlag bei der Verwendung von Anamorphosen berücksichtigen.

Anhang

A.1 Kommunikationsmodelle



2 Prozess der Kommunikation der kartographischen Information

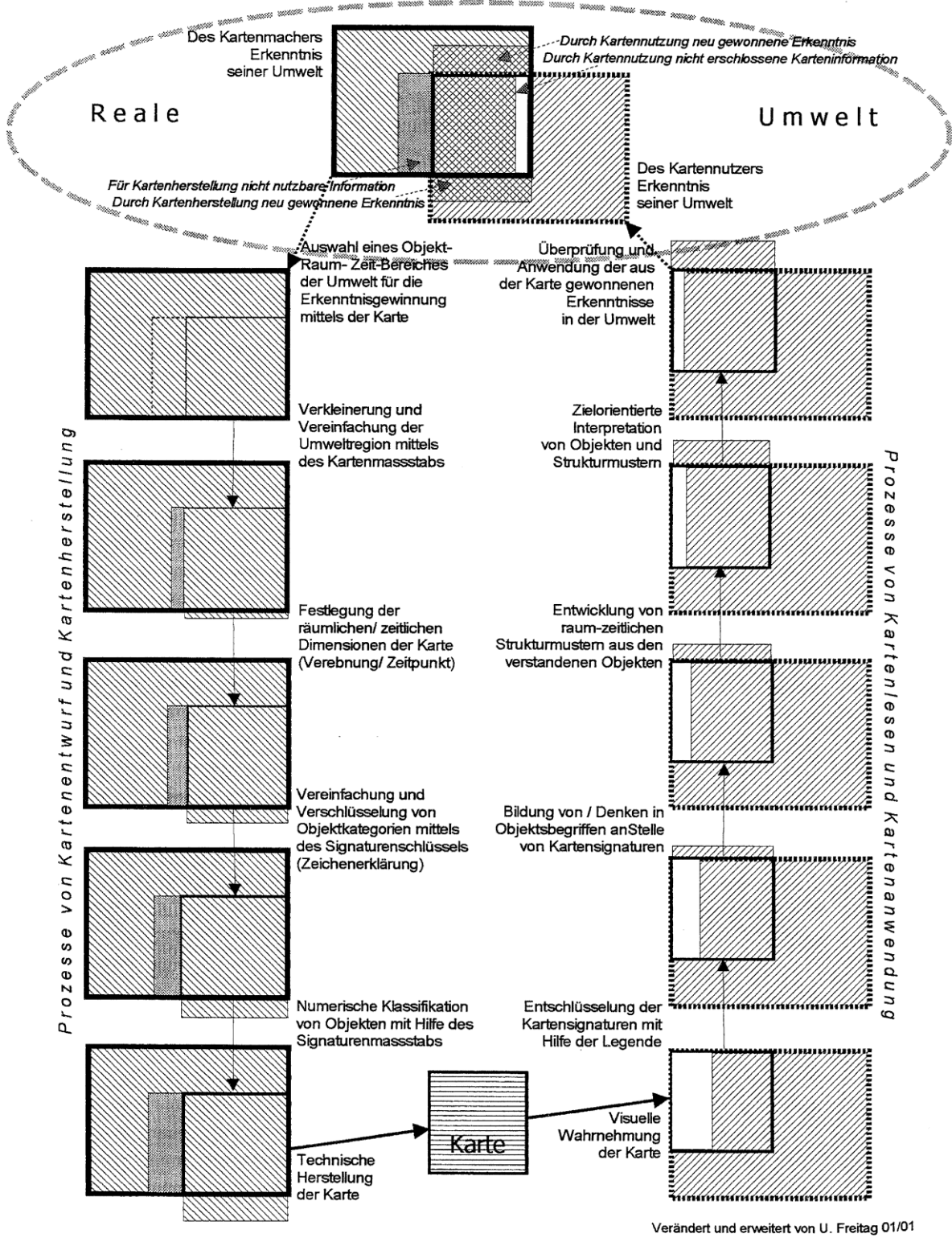
Nach A. Kolacny (1970) graphisch geringfügig verändert

U.Freitag 11/00

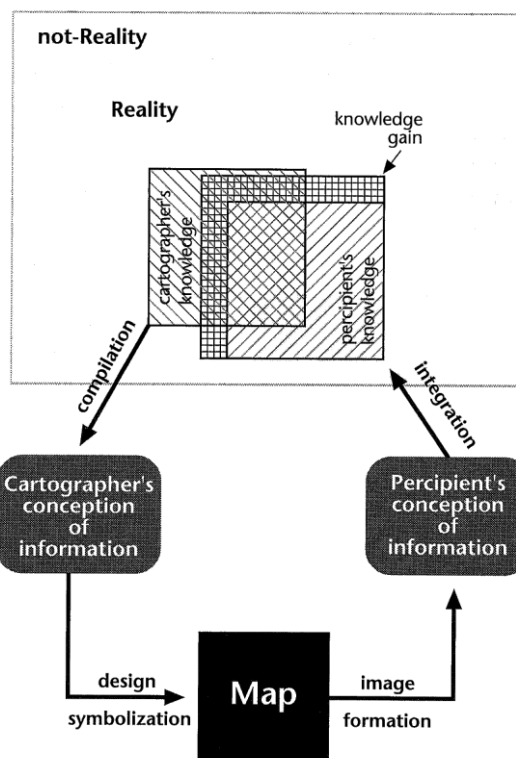
A.1-1: Prozess der Kommunikation der kartographischen Information [von U. Freitag 11 /00]

4 Die kognitiven Prozesse der kartographischen Kommunikation

Nach einer Idee von Ch. Board 1977



A.1-2: Die Kognitiven Prozesse der kartographischen Kommunikation [von U. Freitag 01/01]



A.1-3: Kommunikationsmodell nach MacEachren (1995: 5)

A.2 SPSS-Outputs

KARTENTYP

Within-Subjects Factors

Measure	Kartentyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_CHORO
	2	R_ANAPH
Zeit	1	T_CHORO
	2	T_ANAPH

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Choro	0.856	0.077	50.000
% | Richtige Antworten | Anaph	0.787	0.111	50.000
Zeit | Choro	384.940	111.748	50.000
Zeit | Anaph	418.260	135.984	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Kartentyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.118	1	0.118	16.137	0.000	0.248	16.137	0.976
		Greenhouse-Geisser	0.118	1	0.118	16.137	0.000	0.248	16.137	0.976
		Huynh-Feldt	0.118	1	0.118	16.137	0.000	0.248	16.137	0.976
		Lower-bound	0.118	1	0.118	16.137	0.000	0.248	16.137	0.976
	Zeit	Sphericity Assumed	27755.560	1	27755.560	12.551	0.001	0.204	12.551	0.935
		Greenhouse-Geisser	27755.560	1	27755.560	12.551	0.001	0.204	12.551	0.935
		Huynh-Feldt	27755.560	1	27755.560	12.551	0.001	0.204	12.551	0.935
		Lower-bound	27755.560	1	27755.560	12.551	0.001	0.204	12.551	0.935
Error(Kartentyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.357	49	0.007					
		Greenhouse-Geisser	0.357	49	0.007					
		Huynh-Feldt	0.357	49	0.007					
		Lower-bound	0.357	49	0.007					
	Zeit	Sphericity Assumed	108362.440	49	2211.478					
		Greenhouse-Geisser	108362.440	49	2211.478					
		Huynh-Feldt	108362.440	49	2211.478					
		Lower-bound	108362.440	49	2211.478					

a. Computed using alpha = .05

REGION

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_BASEL
	2	R_KANSAS
Zeit	1	T_BASEL
	2	T_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Basel	0.854	0.735	50.000
% | Richtige Antworten | Kansas	0.789	0.098	50.000
Zeit | Basel	401.18	123.868	50.000
Zeit | Kansas	402.02	124.745	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.108	1	0.108	27.401	0.000	0.359	27.401	0.999
		Greenhouse-Geisser	0.108	1	0.108	27.401	0.000	0.359	27.401	0.999
		Huynh-Feldt	0.108	1	0.108	27.401	0.000	0.359	27.401	0.999
		Lower-bound	0.108	1	0.108	27.401	0.000	0.359	27.401	0.999
	Zeit	Sphericity Assumed	17.640	1	17.640	0.008	0.928	0.000	0.008	0.051
		Greenhouse-Geisser	17.640	1	17.640	0.008	0.928	0.000	0.008	0.051
		Huynh-Feldt	17.640	1	17.640	0.008	0.928	0.000	0.008	0.051
		Lower-bound	17.640	1	17.640	0.008	0.928	0.000	0.008	0.051
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.193	49	0.004					
		Greenhouse-Geisser	0.193	49	0.004					
		Huynh-Feldt	0.193	49	0.004					
		Lower-bound	0.193	49	0.004					
	Zeit	Sphericity Assumed	104710.360	49	2136.946					
		Greenhouse-Geisser	104710.360	49	2136.946					
		Huynh-Feldt	104710.360	49	2136.946					
		Lower-bound	104710.360	49	2136.946					

a. Computed using alpha = .05

REGION | CHORO

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_CHORO_BASEL
	2	R_CHORO_KANSAS
Zeit	1	T_CHORO_BASEL
	2	T_CHORO_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Choro | Basel	0.874	0.080	50.000
% | Richtige Antworten | Choro | Kansas	0.837	0.104	50.000
Zeit | Choro | Basel	182.940	55.240	50.000
Zeit | Choro | Kansas	202.000	61.453	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.034	1	0.034	6.464	0.014	0.117	6.464	0.703
		Greenhouse-Geisser	0.034	1	0.034	6.464	0.014	0.117	6.464	0.703
		Huynh-Feldt	0.034	1	0.034	6.464	0.014	0.117	6.464	0.703
		Lower-bound	0.034	1	0.034	6.464	0.014	0.117	6.464	0.703
	Zeit	Sphericity Assumed	9082.090	1	9082.090	15.546	0.000	0.241	15.546	0.972
		Greenhouse-Geisser	9082.090	1	9082.090	15.546	0.000	0.241	15.546	0.972
		Huynh-Feldt	9082.090	1	9082.090	15.546	0.000	0.241	15.546	0.972
		Lower-bound	9082.090	1	9082.090	15.546	0.000	0.241	15.546	0.972

Source	Measure	Sphericity Assumed	Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.261	0.261	0.261	0.261	49	0.005					
		Greenhouse-Geisser	0.261	0.261	0.261	0.261	49	0.005					
		Huynh-Feldt	0.261	0.261	0.261	0.261	49	0.005					
		Lower-bound	0.261	0.261	0.261	0.261	49	0.005					
	Zeit	Sphericity Assumed	28625.410	28625.410	28625.410	28625.410	49	584.192					
		Greenhouse-Geisser	28625.410	28625.410	28625.410	28625.410	49	584.192					
		Huynh-Feldt	28625.410	28625.410	28625.410	28625.410	49	584.192					
		Lower-bound	28625.410	28625.410	28625.410	28625.410	49	584.192					

a Computed using alpha = .05

REGION | ANAPH

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_ANAPH_BASEL
	2	R_ANAPH_KANSAS
Zeit	1	T_ANAPH_BASEL
	2	T_ANAPH_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Anaph | Basel	0.834	0.120	50.000
% | Richtige Antworten | Anaph | Kansas	0.740	0.140	50.000
Zeit | Anaph | Basel	218.240	75.172	50.000
Zeit | Anaph | Kansas	200.020	69.139	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Sphericity Assumed	Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.222	0.222	0.222	0.222	1	0.222	23.601	0.000	0.325	23.601	0.997
		Greenhouse-Geisser	0.222	0.222	0.222	0.222	1	0.222	23.601	0.000	0.325	23.601	0.997
		Huynh-Feldt	0.222	0.222	0.222	0.222	1	0.222	23.601	0.000	0.325	23.601	0.997
		Lower-bound	0.222	0.222	0.222	0.222	1	0.222	23.601	0.000	0.325	23.601	0.997
	Zeit	Sphericity Assumed	8299.210	8299.210	8299.210	8299.210	1	8299.210	7.003	0.011	0.125	7.003	0.737
		Greenhouse-Geisser	8299.210	8299.210	8299.210	8299.210	1	8299.210	7.003	0.011	0.125	7.003	0.737
		Huynh-Feldt	8299.210	8299.210	8299.210	8299.210	1	8299.210	7.003	0.011	0.125	7.003	0.737
		Lower-bound	8299.210	8299.210	8299.210	8299.210	1	8299.210	7.003	0.011	0.125	7.003	0.737
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.461	0.461	0.461	0.461	49	0.009					
		Greenhouse-Geisser	0.461	0.461	0.461	0.461	49	0.009					
		Huynh-Feldt	0.461	0.461	0.461	0.461	49	0.009					
		Lower-bound	0.461	0.461	0.461	0.461	49	0.009					
	Zeit	Sphericity Assumed	58073.290	58073.290	58073.290	58073.290	49	1185.169					
		Greenhouse-Geisser	58073.290	58073.290	58073.290	58073.290	49	1185.169					
		Huynh-Feldt	58073.290	58073.290	58073.290	58073.290	49	1185.169					
		Lower-bound	58073.290	58073.290	58073.290	58073.290	49	1185.169					

a Computed using alpha = .05

FRAGETYP

Within-Subjects Factors

Measure	Fragetyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FL_RICHTIG
	2	R_FS_RICHTIG
Zeit	1	T_FL
	2	T_FS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Fragetyp | leicht	0.970	0.051	50.000
% | Richtige Antworten | Fragetyp | schwer	0.623	0.142	50.000
Zeit | Fragetyp | leicht	391.680	107.022	50.000
Zeit | Fragetyp | schwer	411.520	151.862	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Sphericity Assumed	Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Fragetyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	3.004	3.004	3.004	3.004	1	3.004	318.859	0.000	0.867	318.859	1.000
		Greenhouse-Geisser	3.004	3.004	3.004	3.004	1	3.004	318.859	0.000	0.867	318.859	1.000
		Huynh-Feldt	3.004	3.004	3.004	3.004	1	3.004	318.859	0.000	0.867	318.859	1.000
		Lower-bound	3.004	3.004	3.004	3.004	1	3.004	318.859	0.000	0.867	318.859	1.000
	Zeit	Sphericity Assumed	9840.640	9840.640	9840.640	9840.640	1	9840.640	1.712	0.197	0.034	1.712	0.250
		Greenhouse-Geisser	9840.640	9840.640	9840.640	9840.640	1	9840.640	1.712	0.197	0.034	1.712	0.250
		Huynh-Feldt	9840.640	9840.640	9840.640	9840.640	1	9840.640	1.712	0.197	0.034	1.712	0.250
		Lower-bound	9840.640	9840.640	9840.640	9840.640	1	9840.640	1.712	0.197	0.034	1.712	0.250
Error(Fragetyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.462	0.462	0.462	0.462	49	0.009					
		Greenhouse-Geisser	0.462	0.462	0.462	0.462	49	0.009					
		Huynh-Feldt	0.462	0.462	0.462	0.462	49	0.009					
		Lower-bound	0.462	0.462	0.462	0.462	49	0.009					
	Zeit	Sphericity Assumed	281653.360	281653.360	281653.360	281653.360	49	5748.028					
		Greenhouse-Geisser	281653.360	281653.360	281653.360	281653.360	49	5748.028					
		Huynh-Feldt	281653.360	281653.360	281653.360	281653.360	49	5748.028					
		Lower-bound	281653.360	281653.360	281653.360	281653.360	49	5748.028					

a Computed using alpha = .05

FRAGETYP LEICHT | KARTENTYP

Within-Subjects Factors

Measure	Kartentyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FL_CHORO
	2	R_FL_ANAPH
Zeit	1	T_FL_CHORO
	2	T_FL_ANAPH

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Fragetyp leicht | Choro	0.988	0.038	50.000
% | Richtige Antworten | Fragetyp leicht | Anaph	0.953	0.101	50.000
Zeit | Fragetyp leicht | Choro	190.760	46.386	50.000
Zeit | Fragetyp leicht | Anaph	200.920	65.479	50.000

Univariate Tests

Source	Measure		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Kartentyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.031	1	0.031	4.792	0.033	0.089	4.792	0.574
		Greenhouse-Geisser	0.031	1	0.031	4.792	0.033	0.089	4.792	0.574
		Huynh-Feldt	0.031	1	0.031	4.792	0.033	0.089	4.792	0.574
		Lower-bound	0.031	1	0.031	4.792	0.033	0.089	4.792	0.574
	Zeit	Sphericity Assumed	2580.640	1	2580.640	3.622	0.063	0.069	3.622	0.463
		Greenhouse-Geisser	2580.640	1	2580.640	3.622	0.063	0.069	3.622	0.463
		Huynh-Feldt	2580.640	1	2580.640	3.622	0.063	0.069	3.622	0.463
		Lower-bound	2580.640	1	2580.640	3.622	0.063	0.069	3.622	0.463
Error(Kartentyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.313	49	0.006					
		Greenhouse-Geisser	0.313	49	0.006					
		Huynh-Feldt	0.313	49	0.006					
		Lower-bound	0.313	49	0.006					
	Zeit	Sphericity Assumed	34907.360	49	712.395					
		Greenhouse-Geisser	34907.360	49	712.395					
		Huynh-Feldt	34907.360	49	712.395					
		Lower-bound	34907.360	49	712.395					

a Computed using alpha = .05

FRAGETYP LEICHT | REGION

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FL_BASEL
	2	R_FL_KANSAS
Zeit	1	T_FL_BASEL
	2	T_FL_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Fragetyp leicht | Basel	0.978	0.060	50.000
% | Richtige Antworten | Fragetyp leicht | Kansas	0.963	0.068	50.000
Zeit | Fragetyp leicht | Basel	198.42	62.671	50.000
Zeit | Fragetyp leicht | Kansas	193.26	49.217	50.000

Univariate Tests

Source	Measure		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.006	1	0.006	1.830	0.182	0.036	1.830	0.264
		Greenhouse-Geisser	0.006	1	0.006	1.830	0.182	0.036	1.830	0.264
		Huynh-Feldt	0.006	1	0.006	1.830	0.182	0.036	1.830	0.264
		Lower-bound	0.006	1	0.006	1.830	0.182	0.036	1.830	0.264
	Zeit	Sphericity Assumed	665.640	1	665.640	1.068	0.306	0.021	1.068	0.173
		Greenhouse-Geisser	665.640	1	665.640	1.068	0.306	0.021	1.068	0.173
		Huynh-Feldt	665.640	1	665.640	1.068	0.306	0.021	1.068	0.173
		Lower-bound	665.640	1	665.640	1.068	0.306	0.021	1.068	0.173
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.151	49	0.003					
		Greenhouse-Geisser	0.151	49	0.003					
		Huynh-Feldt	0.151	49	0.003					
		Lower-bound	0.151	49	0.003					
	Zeit	Sphericity Assumed	30536.360	49	623.191					
		Greenhouse-Geisser	30536.360	49	623.191					
		Huynh-Feldt	30536.360	49	623.191					
		Lower-bound	30536.360	49	623.191					

a Computed using alpha = .05

FRAGETYP SCHWIERIG | KARTENTYP

Within-Subjects Factors

Measure	Kartentyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO
	2	R_FS_ANAPH
Zeit	1	T_FS_CHORO
	2	T_FS_ANAPH

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Fragetyp schwer | Choro	0.680	0.164	50.000
% | Richtige Antworten | Fragetyp schwer | Anaph	0.567	0.181	50.000
Zeit | Fragetyp schwer | Choro	194.180	77.772	50.000
Zeit | Fragetyp schwer | Anaph	217.340	81.373	50.000

Univariate Tests

Source	Measure		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Kartentyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.321	1	0.321	16.447	0.000	0.251	16.447	0.978
		Greenhouse-Geisser	0.321	1	0.321	16.447	0.000	0.251	16.447	0.978
		Huynh-Feldt	0.321	1	0.321	16.447	0.000	0.251	16.447	0.978
		Lower-bound	0.321	1	0.321	16.447	0.000	0.251	16.447	0.978
	Zeit	Sphericity Assumed	13409.640	1	13409.640	11.772	0.001	0.194	11.772	0.920
		Greenhouse-Geisser	13409.640	1	13409.640	11.772	0.001	0.194	11.772	0.920
		Huynh-Feldt	13409.640	1	13409.640	11.772	0.001	0.194	11.772	0.920
		Lower-bound	13409.640	1	13409.640	11.772	0.001	0.194	11.772	0.920
Error(Kartentyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.957	49	0.020					
		Greenhouse-Geisser	0.957	49	0.020					
		Huynh-Feldt	0.957	49	0.020					
		Lower-bound	0.957	49	0.020					
	Zeit	Sphericity Assumed	55814.360	49	1139.069					
		Greenhouse-Geisser	55814.360	49	1139.069					
		Huynh-Feldt	55814.360	49	1139.069					
		Lower-bound	55814.360	49	1139.069					

a Computed using alpha = .05

FRAGETYP SCHWIERIG | REGION

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_BASEL
	2	R_FS_KANSAS
Zeit	1	T_FS_BASEL
	2	T_FS_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Fragetyp schwer | Basel	0.690	0.147	50.000
% | Richtige Antworten | Fragetyp schwer | Kansas	0.557	0.189	50.000
Zeit | Fragetyp schwer | Basel	202.76	77.252	50.000
Zeit | Fragetyp schwer | Kansas	208.76	83.225	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.444	1	0.444	26.133	0.000	0.348	26.133	0.999
		Greenhouse-Geisser	0.444	1	0.444	26.133	0.000	0.348	26.133	0.999
		Huynh-Feldt	0.444	1	0.444	26.133	0.000	0.348	26.133	0.999
		Lower-bound	0.444	1	0.444	26.133	0.000	0.348	26.133	0.999
	Zeit	Sphericity Assumed	900.000	1	900.000	0.660	0.420	0.013	0.660	0.125
		Greenhouse-Geisser	900.000	1	900.000	0.660	0.420	0.013	0.660	0.125
		Huynh-Feldt	900.000	1	900.000	0.660	0.420	0.013	0.660	0.125
		Lower-bound	900.000	1	900.000	0.660	0.420	0.013	0.660	0.125
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.833	49	0.017					
		Greenhouse-Geisser	0.833	49	0.017					
		Huynh-Feldt	0.833	49	0.017					
		Lower-bound	0.833	49	0.017					
	Zeit	Sphericity Assumed	66796.000	49	1363.184					
		Greenhouse-Geisser	66796.000	49	1363.184					
		Huynh-Feldt	66796.000	49	1363.184					
		Lower-bound	66796.000	49	1363.184					

a Computed using alpha = .05

FRAGETYP SCHWIERIG | REGION | CHORO

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_BS
	2	R_FS_CHORO_KS
Zeit	1	T_FS_CHORO_BS
	2	T_FS_CHORO_KS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Fragetyp schwer | Choro | Basel	0.713	0.178	50.000
% | Richtige Antworten | Fragetyp schwer | Choro | Kansas	0.647	0.207	50.000
Zeit | Fragetyp schwer | Choro | Basel	91.500	38.485	50.000
Zeit | Fragetyp schwer | Choro | Kansas	102.680	44.845	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.111	1	0.111	5.444	0.024	0.100	5.444	0.628
		Greenhouse-Geisser	0.111	1	0.111	5.444	0.024	0.100	5.444	0.628
		Huynh-Feldt	0.111	1	0.111	5.444	0.024	0.100	5.444	0.628
		Lower-bound	0.111	1	0.111	5.444	0.024	0.100	5.444	0.628
	Zeit	Sphericity Assumed	3124.810	1	3124.810	6.679	0.013	0.120	6.679	0.717
		Greenhouse-Geisser	3124.810	1	3124.810	6.679	0.013	0.120	6.679	0.717
		Huynh-Feldt	3124.810	1	3124.810	6.679	0.013	0.120	6.679	0.717
		Lower-bound	3124.810	1	3124.810	6.679	0.013	0.120	6.679	0.717
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	1.000	49	0.020					
		Greenhouse-Geisser	1.000	49	0.020					
		Huynh-Feldt	1.000	49	0.020					
		Lower-bound	1.000	49	0.020					
	Zeit	Sphericity Assumed	22925.690	49	467.871					
		Greenhouse-Geisser	22925.690	49	467.871					
		Huynh-Feldt	22925.690	49	467.871					
		Lower-bound	22925.690	49	467.871					

a Computed using alpha = .05

FRAGETYP SCHWIERIG | REGION | ANAPH

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_ANAPH_BS
	2	R_FS_ANAPH_KS
Zeit	1	T_FS_ANAPH_BS
	2	T_FS_ANAPH_KS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Fragetyp schwer | Anaph | Basel	0.667	0.223	50.000
% | Richtige Antworten | Fragetyp schwer | Anaph | Kansas	0.467	0.243	50.000
Zeit | Fragetyp schwer | Anaph | Basel	111.260	45.792	50.000
Zeit | Fragetyp schwer | Anaph | Kansas	106.080	43.198	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	1.000	1	1.000	23.211	0.000	0.321	23.211	0.997
		Greenhouse-Geisser	1.000	1	1.000	23.211	0.000	0.321	23.211	0.997
		Huynh-Feldt	1.000	1	1.000	23.211	0.000	0.321	23.211	0.997
		Lower-bound	1.000	1	1.000	23.211	0.000	0.321	23.211	0.997
	Zeit	Sphericity Assumed	670.810	1	670.810	1.029	0.315	0.021	1.029	0.169
		Greenhouse-Geisser	670.810	1	670.810	1.029	0.315	0.021	1.029	0.169
		Huynh-Feldt	670.810	1	670.810	1.029	0.315	0.021	1.029	0.169
		Lower-bound	670.810	1	670.810	1.029	0.315	0.021	1.029	0.169
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	2.111	49	0.043					
		Greenhouse-Geisser	2.111	49	0.043					
		Huynh-Feldt	2.111	49	0.043					
		Lower-bound	2.111	49	0.043					

Zeit	Sphericity Assumed	31953.690	49	652.116
	Greenhouse-Geisser	31953.690	49	652.116
	Huynh-Feldt	31953.690	49	652.116
	Lower-bound	31953.690	49	652.116

a Computed using alpha = .05

FRAGETYP SCHWIERIG | KARTENTYP | BASEL

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_BS
	2	R_FS_ANAPH_BS
Zeit	1	T_FS_CHORO_BS
	2	T_FS_ANAPH_BS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Fragetyp schwer | Choro | Basel	0.713	0.178	50.000
% | Richtige Antworten | Fragetyp schwer | Anaph | Basel	0.667	0.223	50.000
Zeit | Fragetyp schwer | Choro | Basel	91.500	38.485	50.000
Zeit | Fragetyp schwer | Anaph | Basel	111.260	45.792	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.054	1	0.054	1.412	0.241	0.028	1.412	0.214
		Greenhouse-Geisser	0.054	1	0.054	1.412	0.241	0.028	1.412	0.214
		Huynh-Feldt	0.054	1	0.054	1.412	0.241	0.028	1.412	0.214
		Lower-bound	0.054	1	0.054	1.412	0.241	0.028	1.412	0.214
	Zeit	Sphericity Assumed	9761.440	1	9761.440	16.434	0.000	0.251	16.434	0.978
		Greenhouse-Geisser	9761.440	1	9761.440	16.434	0.000	0.251	16.434	0.978
		Huynh-Feldt	9761.440	1	9761.440	16.434	0.000	0.251	16.434	0.978
		Lower-bound	9761.440	1	9761.440	16.434	0.000	0.251	16.434	0.978
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	1.890	49	0.039					
		Greenhouse-Geisser	1.890	49	0.039					
		Huynh-Feldt	1.890	49	0.039					
		Lower-bound	1.890	49	0.039					
	Zeit	Sphericity Assumed	29105.560	49	593.991					
		Greenhouse-Geisser	29105.560	49	593.991					
		Huynh-Feldt	29105.560	49	593.991					
		Lower-bound	29105.560	49	593.991					

a Computed using alpha = .05

FRAGETYP SCHWIERIG | KARTENTYP | KANSAS

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_KS
	2	R_FS_ANAPH_KS
Zeit	1	T_FS_CHORO_KS
	2	T_FS_ANAPH_KS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | Fragetyp schwer | Choro | Kansas	0.647	0.207	50.000
% | Richtige Antworten | Fragetyp schwer | Anaph | Kansas	0.467	0.243	50.000
Zeit | Fragetyp schwer | Choro | Kansas	102.680	44.845	50.000
Zeit | Fragetyp schwer | Anaph | Kansas	106.080	43.198	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.810	1	0.810	27.041	0.000	0.356	27.041	0.999
		Greenhouse-Geisser	0.810	1	0.810	27.041	0.000	0.356	27.041	0.999
		Huynh-Feldt	0.810	1	0.810	27.041	0.000	0.356	27.041	0.999
		Lower-bound	0.810	1	0.810	27.041	0.000	0.356	27.041	0.999
	Zeit	Sphericity Assumed	289.000	1	289.000	0.698	0.407	0.014	0.698	0.130
		Greenhouse-Geisser	289.000	1	289.000	0.698	0.407	0.014	0.698	0.130
		Huynh-Feldt	289.000	1	289.000	0.698	0.407	0.014	0.698	0.130
		Lower-bound	289.000	1	289.000	0.698	0.407	0.014	0.698	0.130
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	1.468	49	0.030					
		Greenhouse-Geisser	1.468	49	0.030					
		Huynh-Feldt	1.468	49	0.030					
		Lower-bound	1.468	49	0.030					
	Zeit	Sphericity Assumed	20283.000	49	413.939					
		Greenhouse-Geisser	20283.000	49	413.939					
		Huynh-Feldt	20283.000	49	413.939					
		Lower-bound	20283.000	49	413.939					

a Computed using alpha = .05

FRAGE F5 | KARTENTYP

Within-Subjects Factors

Measure	Kartentyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_F5
	2	R_FS_ANAPH_F5
Zeit	1	T_FS_CHORO_F5
	2	T_FS_ANAPH_F5

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F5 | Choro	1.000	0.000	50.000
% | Richtige Antworten | F5 | Anaph	0.880	0.238	50.000
Zeit | F5 | Choro	37.560	18.443	50.000
Zeit | F5 | Anaph	32.980	16.651	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Kartentyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.360	1	0.360	12.691	0.001	0.206	12.691	0.937
		Greenhouse-Geisser	0.360	1	0.360	12.691	0.001	0.206	12.691	0.937
		Huynh-Feldt	0.360	1	0.360	12.691	0.001	0.206	12.691	0.937
		Lower-bound	0.360	1	0.360	12.691	0.001	0.206	12.691	0.937
	Zeit	Sphericity Assumed	524.410	1	524.410	7.063	0.011	0.126	7.063	0.741
		Greenhouse-Geisser	524.410	1	524.410	7.063	0.011	0.126	7.063	0.741

	Huynh-Feldt	524.410	1	524.410	7.063	0.011	0.126	7.063	0.741
	Lower-bound	524.410	1	524.410	7.063	0.011	0.126	7.063	0.741
Error(Kartentyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	1.390	49	0.028				
		Greenhouse-Geisser	1.390	49	0.028				
		Huynh-Feldt	1.390	49	0.028				
		Lower-bound	1.390	49	0.028				
Zeit		Sphericity Assumed	3638.090	49	74.247				
		Greenhouse-Geisser	3638.090	49	74.247				
		Huynh-Feldt	3638.090	49	74.247				
		Lower-bound	3638.090	49	74.247				

a Computed using alpha = .05

FRAGE F5 | KARTENTYP | BASEL

Within-Subjects Factors

Measure	Kartentyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_F5_BASEL
	2	R_FS_ANAPH_F5_BASEL
Zeit	1	T_FS_CHORO_F5_BASEL
	2	T_FS_ANAPH_F5_BASEL

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F5 | Choro | Basel	1.000	0.000	50.000
% | Richtige Antworten | F5 | Anaph | Basel	0.900	0.303	50.000
Zeit | F5 | Choro | Basel	18.460	10.426	50.000
Zeit | F5 | Anaph | Basel	13.880	8.470	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Kartentyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.250	1	0.250	5.444	0.024	0.100	5.444	0.628
		Greenhouse-Geisser	0.250	1	0.250	5.444	0.024	0.100	5.444	0.628
		Huynh-Feldt	0.250	1	0.250	5.444	0.024	0.100	5.444	0.628
		Lower-bound	0.250	1	0.250	5.444	0.024	0.100	5.444	0.628
	Zeit	Sphericity Assumed	524.410	1	524.410	7.063	0.011	0.126	7.063	0.741
		Greenhouse-Geisser	524.410	1	524.410	7.063	0.011	0.126	7.063	0.741
		Huynh-Feldt	524.410	1	524.410	7.063	0.011	0.126	7.063	0.741
		Lower-bound	524.410	1	524.410	7.063	0.011	0.126	7.063	0.741
Error(Kartentyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	2.250	49	0.046					
		Greenhouse-Geisser	2.250	49	0.046					
		Huynh-Feldt	2.250	49	0.046					
		Lower-bound	2.250	49	0.046					
	Zeit	Sphericity Assumed	3638.090	49	74.247					
		Greenhouse-Geisser	3638.090	49	74.247					
		Huynh-Feldt	3638.090	49	74.247					
		Lower-bound	3638.090	49	74.247					

a Computed using alpha = .05

FRAGE F5 | KARTENTYP | KANSAS

Within-Subjects Factors

Measure	Kartentyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_F5_KANSAS
	2	R_FS_ANAPH_F5_KANSAS
Zeit	1	T_FS_CHORO_F5_KANSAS
	2	T_FS_ANAPH_F5_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F5 | Choro | Kansas	1.000	0.000	50.000
% | Richtige Antworten | F5 | Anaph | Kansas	0.860	0.351	50.000
Zeit | F5 | Choro | Kansas	19.100	12.250	50.000
Zeit | F5 | Anaph | Kansas	27.560	15.934	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Kartentyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.490	1	0.490	7.977	0.007	0.140	7.977	0.791
		Greenhouse-Geisser	0.490	1	0.490	7.977	0.007	0.140	7.977	0.791
		Huynh-Feldt	0.490	1	0.490	7.977	0.007	0.140	7.977	0.791
		Lower-bound	0.490	1	0.490	7.977	0.007	0.140	7.977	0.791
	Zeit	Sphericity Assumed	1789.290	1	1789.290	13.888	0.001	0.221	13.888	0.955
		Greenhouse-Geisser	1789.290	1	1789.290	13.888	0.001	0.221	13.888	0.955
		Huynh-Feldt	1789.290	1	1789.290	13.888	0.001	0.221	13.888	0.955
		Lower-bound	1789.290	1	1789.290	13.888	0.001	0.221	13.888	0.955
Error(Kartentyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	3.010	49	0.061					
		Greenhouse-Geisser	3.010	49	0.061					
		Huynh-Feldt	3.010	49	0.061					
		Lower-bound	3.010	49	0.061					
	Zeit	Sphericity Assumed	6313.210	49	128.841					
		Greenhouse-Geisser	6313.210	49	128.841					
		Huynh-Feldt	6313.210	49	128.841					
		Lower-bound	6313.210	49	128.841					

a Computed using alpha = .05

FRAGE F5 | REGION

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_BASEL
	2	R_FS_KANSAS
Zeit	1	T_FS_BASEL
	2	T_FS_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F5 | Basel	0.950	0.152	50.000
% | Richtige Antworten | F5 | Kansas	0.930	0.175	50.000
Zeit | F5 | Basel	32.340	14.574	50.000
Zeit | F5 | Kansas	46.660	23.456	50.000

Univariate Tests

Source	Measure		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.010	1	0.010	0.395	0.533	0.008	0.395	0.095
		Greenhouse-Geisser	0.010	1	0.010	0.395	0.533	0.008	0.395	0.095
		Huynh-Feldt	0.010	1	0.010	0.395	0.533	0.008	0.395	0.095
		Lower-bound	0.010	1	0.010	0.395	0.533	0.008	0.395	0.095
	Zeit	Sphericity Assumed	5126.560	1	5126.560	25.086	0.000	0.339	25.086	0.998
		Greenhouse-Geisser	5126.560	1	5126.560	25.086	0.000	0.339	25.086	0.998
		Huynh-Feldt	5126.560	1	5126.560	25.086	0.000	0.339	25.086	0.998
		Lower-bound	5126.560	1	5126.560	25.086	0.000	0.339	25.086	0.998
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	1.240	49	0.025					
		Greenhouse-Geisser	1.240	49	0.025					
		Huynh-Feldt	1.240	49	0.025					
		Lower-bound	1.240	49	0.025					
	Zeit	Sphericity Assumed	10013.440	49	204.356					
		Greenhouse-Geisser	10013.440	49	204.356					
		Huynh-Feldt	10013.440	49	204.356					
		Lower-bound	10013.440	49	204.356					

a. Computed using alpha = .05

FRAGE F5 | REGION | CHORO

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_F5_BASEL
	2	R_FS_CHORO_F5_KANSAS
Zeit	1	T_FS_CHORO_F5_BASEL
	2	T_FS_CHORO_F5_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F5 | Choro | Basel	1.000	0.000	50.000
% | Richtige Antworten | F5 | Choro | Kansas	1.000	0.000	50.000
Zeit | F5 | Choro | Basel	18.460	10.426	50.000
Zeit | F5 | Choro | Kansas	19.100	12.250	50.000

Univariate Tests

Source	Measure		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.000	1	0.000	.	.	.	.	.
		Greenhouse-Geisser	0.000	.	.	.	.	.	.	.
		Huynh-Feldt	0.000	.	.	.	.	.	.	.
		Lower-bound	0.000	1	0.000	.	.	.	.	.
	Zeit	Sphericity Assumed	10.240	1	10.240	0.115	0.735	0.002	0.115	0.063
		Greenhouse-Geisser	10.240	1	10.240	0.115	0.735	0.002	0.115	0.063
		Huynh-Feldt	10.240	1	10.240	0.115	0.735	0.002	0.115	0.063
		Lower-bound	10.240	1	10.240	0.115	0.735	0.002	0.115	0.063
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.000	49	0.000					
		Greenhouse-Geisser	0.000	.	.					
		Huynh-Feldt	0.000	.	.					
		Lower-bound	0.000	49	0.000					
	Zeit	Sphericity Assumed	4345.760	49	88.689					
		Greenhouse-Geisser	4345.760	49	88.689					
		Huynh-Feldt	4345.760	49	88.689					
		Lower-bound	4345.760	49	88.689					

a. Computed using alpha = .05

FRAGE F5 | REGION | ANAPH

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_ANAPH_F5_BASEL
	2	R_FS_ANAPH_F5_KANSAS
Zeit	1	T_FS_ANAPH_F5_BASEL
	2	T_FS_ANAPH_F5_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F5 | Anaph | Basel	0.900	0.303	50.000
% | Richtige Antworten | F5 | Anaph | Kansas	0.860	0.351	50.000
Zeit | F5 | Anaph | Basel	13.880	8.470	50.000
Zeit | F5 | Anaph | Kansas	27.560	15.934	50.000

Univariate Tests

Source	Measure		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.040	1	0.040	0.395	0.533	0.008	0.395	0.095
		Greenhouse-Geisser	0.040	1	0.040	0.395	0.533	0.008	0.395	0.095
		Huynh-Feldt	0.040	1	0.040	0.395	0.533	0.008	0.395	0.095
		Lower-bound	0.040	1	0.040	0.395	0.533	0.008	0.395	0.095
	Zeit	Sphericity Assumed	4678.560	1	4678.560	53.383	0.000	0.521	53.383	1.000
		Greenhouse-Geisser	4678.560	1	4678.560	53.383	0.000	0.521	53.383	1.000
		Huynh-Feldt	4678.560	1	4678.560	53.383	0.000	0.521	53.383	1.000
		Lower-bound	4678.560	1	4678.560	53.383	0.000	0.521	53.383	1.000
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	4.960	49	0.101					
		Greenhouse-Geisser	4.960	49	0.101					
		Huynh-Feldt	4.960	49	0.101					
		Lower-bound	4.960	49	0.101					
	Zeit	Sphericity Assumed	4294.440	49	87.642					
		Greenhouse-Geisser	4294.440	49	87.642					
		Huynh-Feldt	4294.440	49	87.642					
		Lower-bound	4294.440	49	87.642					

a. Computed using alpha = .05

FRAGE F6 | KARTENTYP

Within-Subjects Factors

Measure	Kartentyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_F6
	2	R_FS_ANAPH_F6
Zeit	1	T_FS_CHORO_F6
	2	T_FS_ANAPH_F6

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F6 | Choro	0.270	0.367	50.000
% | Richtige Antworten | F6 | Anaph	0.250	0.354	50.000
Zeit | F6 | Choro	80.180	41.487	50.000
Zeit | F6 | Anaph	106.700	47.454	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)		
Kartentyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.010	1	0.010	0.164	0.687	0.003	0.164	0.068	
		Greenhouse-Geisser	0.010	1	0.010	0.164	0.687	0.003	0.164	0.068	
		Huynh-Feldt	0.010	1	0.010	0.164	0.687	0.003	0.164	0.068	
		Lower-bound	0.010	1	0.010	0.164	0.687	0.003	0.164	0.068	
	Zeit	Sphericity Assumed	17582.760	1	17582.760	18.257	0.000	0.271	18.257	0.987	
		Greenhouse-Geisser	17582.760	1	17582.760	18.257	0.000	0.271	18.257	0.987	
		Huynh-Feldt	17582.760	1	17582.760	18.257	0.000	0.271	18.257	0.987	
		Lower-bound	17582.760	1	17582.760	18.257	0.000	0.271	18.257	0.987	
	Error(Kartentyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	2.990	49	0.061					
			Greenhouse-Geisser	2.990	49	0.061					
			Huynh-Feldt	2.990	49	0.061					
			Lower-bound	2.990	49	0.061					
Zeit		Sphericity Assumed	47189.240	49	963.046						
		Greenhouse-Geisser	47189.240	49	963.046						
		Huynh-Feldt	47189.240	49	963.046						
		Lower-bound	47189.240	49	963.046						

a. Computed using alpha = .05

FRAGE F6 | KARTENTYP | BASEL

Within-Subjects Factors

Measure	Kartentyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_F6_BASEL
	2	R_FS_ANAPH_F6_BASEL
Zeit	1	T_FS_CHORO_F6_BASEL
	2	T_FS_ANAPH_F6_BASEL

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F6 | Choro | Basel	0.260	0.443	50.000
% | Richtige Antworten | F6 | Anaph | Basel	0.280	0.454	50.000
Zeit | F6 | Choro | Basel	39.540	20.639	50.000
Zeit | F6 | Anaph | Basel	67.600	35.049	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)		
Kartentyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.010	1	0.010	0.076	0.785	0.002	0.076	0.058	
		Greenhouse-Geisser	0.010	1	0.010	0.076	0.785	0.002	0.076	0.058	
		Huynh-Feldt	0.010	1	0.010	0.076	0.785	0.002	0.076	0.058	
		Lower-bound	0.010	1	0.010	0.076	0.785	0.002	0.076	0.058	
	Zeit	Sphericity Assumed	19684.090	1	19684.090	27.517	0.000	0.360	27.517	0.999	
		Greenhouse-Geisser	19684.090	1	19684.090	27.517	0.000	0.360	27.517	0.999	
		Huynh-Feldt	19684.090	1	19684.090	27.517	0.000	0.360	27.517	0.999	
		Lower-bound	19684.090	1	19684.090	27.517	0.000	0.360	27.517	0.999	
	Error(Kartentyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	6.490	49	0.132					
			Greenhouse-Geisser	6.490	49	0.132					
			Huynh-Feldt	6.490	49	0.132					
			Lower-bound	6.490	49	0.132					
Zeit		Sphericity Assumed	35052.410	49	715.355						
		Greenhouse-Geisser	35052.410	49	715.355						
		Huynh-Feldt	35052.410	49	715.355						
		Lower-bound	35052.410	49	715.355						

a. Computed using alpha = .05

FRAGE F6 | KARTENTYP | KANSAS

Within-Subjects Factors

Measure	Kartentyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_F6_KANSAS
	2	R_FS_ANAPH_F6_KANSAS
Zeit	1	T_FS_CHORO_F6_KANSAS
	2	T_FS_ANAPH_F6_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F6 | Choro | Kansas	0.280	0.454	50.000
% | Richtige Antworten | F6 | Anaph | Kansas	0.220	0.418	50.000
Zeit | F6 | Choro | Kansas	40.640	26.245	50.000
Zeit | F6 | Anaph | Kansas	39.100	19.303	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)		
Kartentyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.090	1	0.090	1.000	0.322	0.020	1.000	0.165	
		Greenhouse-Geisser	0.090	1	0.090	1.000	0.322	0.020	1.000	0.165	
		Huynh-Feldt	0.090	1	0.090	1.000	0.322	0.020	1.000	0.165	
		Lower-bound	0.090	1	0.090	1.000	0.322	0.020	1.000	0.165	
	Zeit	Sphericity Assumed	59.290	1	59.290	0.331	0.568	0.007	0.331	0.087	
		Greenhouse-Geisser	59.290	1	59.290	0.331	0.568	0.007	0.331	0.087	
		Huynh-Feldt	59.290	1	59.290	0.331	0.568	0.007	0.331	0.087	
		Lower-bound	59.290	1	59.290	0.331	0.568	0.007	0.331	0.087	
	Error(Kartentyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	4.410	49	0.090					
			Greenhouse-Geisser	4.410	49	0.090					
			Huynh-Feldt	4.410	49	0.090					
			Lower-bound	4.410	49	0.090					
Zeit		Sphericity Assumed	8778.210	49	179.147						

Greenhouse-Geisser	8778.210	49	179.147
Huynh-Feldt	8778.210	49	179.147
Lower-bound	8778.210	49	179.147

a Computed using alpha = .05

FRAGE F6 | REGION

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_F6_BASEL
	2	R_F6_KANSAS
Zeit	1	T_F6_BASEL
	2	T_F6_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F6 | Basel	0.270	0.367	50.000
% | Richtige Antworten | F6 | Kansas	0.250	0.381	50.000
Zeit | F6 | Basel	107.140	43.337	50.000
Zeit | F6 | Kansas	79.740	42.007	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.010	1	0.010	0.123	0.728	0.003	0.123	0.064
		Greenhouse-Geisser	0.010	1	0.010	0.123	0.728	0.003	0.123	0.064
		Huynh-Feldt	0.010	1	0.010	0.123	0.728	0.003	0.123	0.064
		Lower-bound	0.010	1	0.010	0.123	0.728	0.003	0.123	0.064
	Zeit	Sphericity Assumed	18769.000	1	18769.000	29.664	0.000	0.377	29.664	1.000
		Greenhouse-Geisser	18769.000	1	18769.000	29.664	0.000	0.377	29.664	1.000
		Huynh-Feldt	18769.000	1	18769.000	29.664	0.000	0.377	29.664	1.000
		Lower-bound	18769.000	1	18769.000	29.664	0.000	0.377	29.664	1.000
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	3.990	49	0.081					
		Greenhouse-Geisser	3.990	49	0.081					
		Huynh-Feldt	3.990	49	0.081					
		Lower-bound	3.990	49	0.081					
	Zeit	Sphericity Assumed	31003.000	49	632.714					
		Greenhouse-Geisser	31003.000	49	632.714					
		Huynh-Feldt	31003.000	49	632.714					
		Lower-bound	31003.000	49	632.714					

a Computed using alpha = .05

FRAGE F6 | REGION | CHORO

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_F6_BASEL
	2	R_FS_CHORO_F6_KANSAS
Zeit	1	T_FS_CHORO_F6_BASEL
	2	T_FS_CHORO_F6_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F6 | Choro | Basel	0.260	0.443	50.000
% | Richtige Antworten | F6 | Choro | Kansas	0.280	0.454	50.000
Zeit | F6 | Choro | Basel	39.540	20.639	50.000
Zeit | F6 | Choro | Kansas	40.640	26.245	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.010	1	0.010	0.076	0.785	0.002	0.076	0.058
		Greenhouse-Geisser	0.010	1	0.010	0.076	0.785	0.002	0.076	0.058
		Huynh-Feldt	0.010	1	0.010	0.076	0.785	0.002	0.076	0.058
		Lower-bound	0.010	1	0.010	0.076	0.785	0.002	0.076	0.058
	Zeit	Sphericity Assumed	30.250	1	30.250	0.119	0.732	0.002	0.119	0.063
		Greenhouse-Geisser	30.250	1	30.250	0.119	0.732	0.002	0.119	0.063
		Huynh-Feldt	30.250	1	30.250	0.119	0.732	0.002	0.119	0.063
		Lower-bound	30.250	1	30.250	0.119	0.732	0.002	0.119	0.063
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	6.490	49	0.132					
		Greenhouse-Geisser	6.490	49	0.132					
		Huynh-Feldt	6.490	49	0.132					
		Lower-bound	6.490	49	0.132					
	Zeit	Sphericity Assumed	12455.250	49	254.189					
		Greenhouse-Geisser	12455.250	49	254.189					
		Huynh-Feldt	12455.250	49	254.189					
		Lower-bound	12455.250	49	254.189					

a Computed using alpha = .05

FRAGE F6 | REGION | ANAPH

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_ANAPH_F6_BASEL
	2	R_FS_ANAPH_F6_KANSAS
Zeit	1	T_FS_ANAPH_F6_BASEL
	2	T_FS_ANAPH_F6_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F6 | Anaph | Basel	0.280	0.454	50.000
% | Richtige Antworten | F6 | Anaph | Kansas	0.220	0.418	50.000
Zeit | F6 | Anaph | Basel	67.600	35.049	50.000
Zeit | F6 | Anaph | Kansas	39.100	19.303	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.090	1	0.090	0.688	0.411	0.014	0.688	0.129
		Greenhouse-Geisser	0.090	1	0.090	0.688	0.411	0.014	0.688	0.129
		Huynh-Feldt	0.090	1	0.090	0.688	0.411	0.014	0.688	0.129
		Lower-bound	0.090	1	0.090	0.688	0.411	0.014	0.688	0.129
	Zeit	Sphericity Assumed	20306.250	1	20306.250	42.737	0.000	0.466	42.737	1.000
		Greenhouse-Geisser	20306.250	1	20306.250	42.737	0.000	0.466	42.737	1.000
		Huynh-Feldt	20306.250	1	20306.250	42.737	0.000	0.466	42.737	1.000

		Lower-bound	20306.250	1	20306.250	42.737	0.000	0.466	42.737	1.000
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	6.410	49	0.131					
		Greenhouse-Geisser	6.410	49	0.131					
		Huynh-Feldt	6.410	49	0.131					
		Lower-bound	6.410	49	0.131					
Zeit		Sphericity Assumed	23282.250	49	475.148					
		Greenhouse-Geisser	23282.250	49	475.148					
		Huynh-Feldt	23282.250	49	475.148					
		Lower-bound	23282.250	49	475.148					

a Computed using alpha = .05

FRAGE F7 | KARTENTYP

Within-Subjects Factors

Measure	Kartentyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_F7
	2	R_FS_ANAPH_F7
Zeit	1	T_FS_CHORO_F7
	2	T_FS_ANAPH_F7

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F7 | Choro	0.770	0.323	50.000
% | Richtige Antworten | F7 | Anaph	0.570	0.335	50.000
Zeit | F7 | Choro	76.440	36.809	50.000
Zeit | F7 | Anaph	69.200	31.851	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Kartentyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	1.000	1	1.000	13.067	0.001	0.211	13.067	0.943
		Greenhouse-Geisser	1.000	1	1.000	13.067	0.001	0.211	13.067	0.943
		Huynh-Feldt	1.000	1	1.000	13.067	0.001	0.211	13.067	0.943
		Lower-bound	1.000	1	1.000	13.067	0.001	0.211	13.067	0.943
	Zeit	Sphericity Assumed	1310.440	1	1310.440	2.013	0.162	0.039	2.013	0.285
		Greenhouse-Geisser	1310.440	1	1310.440	2.013	0.162	0.039	2.013	0.285
		Huynh-Feldt	1310.440	1	1310.440	2.013	0.162	0.039	2.013	0.285
		Lower-bound	1310.440	1	1310.440	2.013	0.162	0.039	2.013	0.285
Error(Kartentyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	3.750	49	0.077					
		Greenhouse-Geisser	3.750	49	0.077					
		Huynh-Feldt	3.750	49	0.077					
		Lower-bound	3.750	49	0.077					
	Zeit	Sphericity Assumed	31903.560	49	651.093					
		Greenhouse-Geisser	31903.560	49	651.093					
		Huynh-Feldt	31903.560	49	651.093					
		Lower-bound	31903.560	49	651.093					

a Computed using alpha = .05

FRAGE F7 | KARTENTYP | BASEL

Within-Subjects Factors

Measure	Kartentyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_F7_BASEL
	2	R_FS_ANAPH_F7_BASEL
Zeit	1	T_FS_CHORO_F7_BASEL
	2	T_FS_ANAPH_F7_BASEL

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F7 | Choro | Basel	0.880	0.328	50.000
% | Richtige Antworten | F7 | Anaph | Basel	0.820	0.388	50.000
Zeit | F7 | Choro | Basel	33.500	22.598	50.000
Zeit | F7 | Anaph | Basel	29.780	15.463	50.000

Univariate Tests

Source	Measure	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)	
Kartentyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	0.090	1	0.090	0.815	0.371	0.016	0.815	0.143
		Greenhouse-Geisser	0.090	1	0.090	0.815	0.371	0.016	0.815	0.143
		Huynh-Feldt	0.090	1	0.090	0.815	0.371	0.016	0.815	0.143
		Lower-bound	0.090	1	0.090	0.815	0.371	0.016	0.815	0.143
	Zeit	Sphericity Assumed	345.960	1	345.960	2.511	0.119	0.049	2.511	0.342
		Greenhouse-Geisser	345.960	1	345.960	2.511	0.119	0.049	2.511	0.342
		Huynh-Feldt	345.960	1	345.960	2.511	0.119	0.049	2.511	0.342
		Lower-bound	345.960	1	345.960	2.511	0.119	0.049	2.511	0.342
Error(Kartentyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	5.410	49	0.110					
		Greenhouse-Geisser	5.410	49	0.110					
		Huynh-Feldt	5.410	49	0.110					
		Lower-bound	5.410	49	0.110					
	Zeit	Sphericity Assumed	6750.040	49	137.756					
		Greenhouse-Geisser	6750.040	49	137.756					
		Huynh-Feldt	6750.040	49	137.756					
		Lower-bound	6750.040	49	137.756					

a Computed using alpha = .05

FRAGE F7 | KARTENTYP | KANSAS

Within-Subjects Factors

Measure	Kartentyp	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_F7_KANSAS
	2	R_FS_ANAPH_F7_KANSAS
Zeit	1	T_FS_CHORO_F7_KANSAS
	2	T_FS_ANAPH_F7_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F7 | Choro | Kansas	0.660	0.479	50.000
% | Richtige Antworten | F7 | Anaph | Kansas	0.320	0.471	50.000
Zeit | F7 | Choro | Kansas	42.940	22.121	50.000
Zeit | F7 | Anaph | Kansas	39.420	20.559	50.000

Univariate Tests

Source	Measure		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Kartentyp	Richtigkeit	Sphericity Assumed	2.890	1	2.890	16.447	0.000	0.251	16.447	0.978
		Greenhouse-Geisser	2.890	1	2.890	16.447	0.000	0.251	16.447	0.978
		Huynh-Feldt	2.890	1	2.890	16.447	0.000	0.251	16.447	0.978
		Lower-bound	2.890	1	2.890	16.447	0.000	0.251	16.447	0.978
	Zeit	Sphericity Assumed	309.760	1	309.760	0.801	0.375	0.016	0.801	0.142
		Greenhouse-Geisser	309.760	1	309.760	0.801	0.375	0.016	0.801	0.142
		Huynh-Feldt	309.760	1	309.760	0.801	0.375	0.016	0.801	0.142
		Lower-bound	309.760	1	309.760	0.801	0.375	0.016	0.801	0.142
Error(Kartentyp)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	8.610	49	0.176					
		Greenhouse-Geisser	8.610	49	0.176					
		Huynh-Feldt	8.610	49	0.176					
		Lower-bound	8.610	49	0.176					
	Zeit	Sphericity Assumed	18956.240	49	386.862					
		Greenhouse-Geisser	18956.240	49	386.862					
		Huynh-Feldt	18956.240	49	386.862					
		Lower-bound	18956.240	49	386.862					

a. Computed using alpha = .05

FRAGE F7 | REGION

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_F7_BASEL
	2	R_F7_KANSAS
Zeit	1	T_F7_BASEL
	2	T_F7_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F7 | Basel	0.850	0.272	50.000
% | Richtige Antworten | F7 | Kansas	0.490	0.371	50.000
Zeit | F7 | Basel	63.280	34.986	50.000
Zeit | F7 | Kansas	82.360	32.407	50.000

Univariate Tests

Source	Measure		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	3.240	1	3.240	45.231	0.000	0.480	45.231	1.000
		Greenhouse-Geisser	3.240	1	3.240	45.231	0.000	0.480	45.231	1.000
		Huynh-Feldt	3.240	1	3.240	45.231	0.000	0.480	45.231	1.000
		Lower-bound	3.240	1	3.240	45.231	0.000	0.480	45.231	1.000
	Zeit	Sphericity Assumed	9101.160	1	9101.160	16.370	0.000	0.250	16.370	0.978
		Greenhouse-Geisser	9101.160	1	9101.160	16.370	0.000	0.250	16.370	0.978
		Huynh-Feldt	9101.160	1	9101.160	16.370	0.000	0.250	16.370	0.978
		Lower-bound	9101.160	1	9101.160	16.370	0.000	0.250	16.370	0.978
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	3.510	49	0.072					
		Greenhouse-Geisser	3.510	49	0.072					
		Huynh-Feldt	3.510	49	0.072					
		Lower-bound	3.510	49	0.072					
	Zeit	Sphericity Assumed	27242.840	49	555.976					
		Greenhouse-Geisser	27242.840	49	555.976					
		Huynh-Feldt	27242.840	49	555.976					
		Lower-bound	27242.840	49	555.976					

a. Computed using alpha = .05

FRAGE F7 | REGION | CHORO

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_CHORO_F7_BASEL
	2	R_FS_CHORO_F7_KANSAS
Zeit	1	T_FS_CHORO_F7_BASEL
	2	T_FS_CHORO_F7_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F7 | Choro | Basel	0.880	0.328	50.000
% | Richtige Antworten | F7 | Choro | Kansas	0.660	0.479	50.000
Zeit | F7 | Choro | Basel	33.500	22.598	50.000
Zeit | F7 | Choro | Kansas	42.940	22.121	50.000

Univariate Tests

Source	Measure		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	1.210	1	1.210	9.426	0.003	0.161	9.426	0.853
		Greenhouse-Geisser	1.210	1	1.210	9.426	0.003	0.161	9.426	0.853
		Huynh-Feldt	1.210	1	1.210	9.426	0.003	0.161	9.426	0.853
		Lower-bound	1.210	1	1.210	9.426	0.003	0.161	9.426	0.853
	Zeit	Sphericity Assumed	2227.840	1	2227.840	6.907	0.011	0.124	6.907	0.731
		Greenhouse-Geisser	2227.840	1	2227.840	6.907	0.011	0.124	6.907	0.731
		Huynh-Feldt	2227.840	1	2227.840	6.907	0.011	0.124	6.907	0.731
		Lower-bound	2227.840	1	2227.840	6.907	0.011	0.124	6.907	0.731
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	6.290	49	0.128					
		Greenhouse-Geisser	6.290	49	0.128					
		Huynh-Feldt	6.290	49	0.128					
		Lower-bound	6.290	49	0.128					
	Zeit	Sphericity Assumed	15804.160	49	322.534					
		Greenhouse-Geisser	15804.160	49	322.534					
		Huynh-Feldt	15804.160	49	322.534					
		Lower-bound	15804.160	49	322.534					

a. Computed using alpha = .05

FRAGE F7 | REGION | ANAPH

Within-Subjects Factors

Measure	Region	Dependent Variable
Richtigkeit	1	R_FS_ANAPH_F7_BASEL
	2	R_FS_ANAPH_F7_KANSAS
Zeit	1	T_FS_ANAPH_F7_BASEL
	2	T_FS_ANAPH_F7_KANSAS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
% | Richtige Antworten | F7 | Anaph | Basel	0.820	0.388	50.000
% | Richtige Antworten | F7 | Anaph | Kansas	0.320	0.471	50.000
Zeit | F7 | Anaph | Basel	29.780	15.463	50.000
Zeit | F7 | Anaph | Kansas	39.420	20.559	50.000

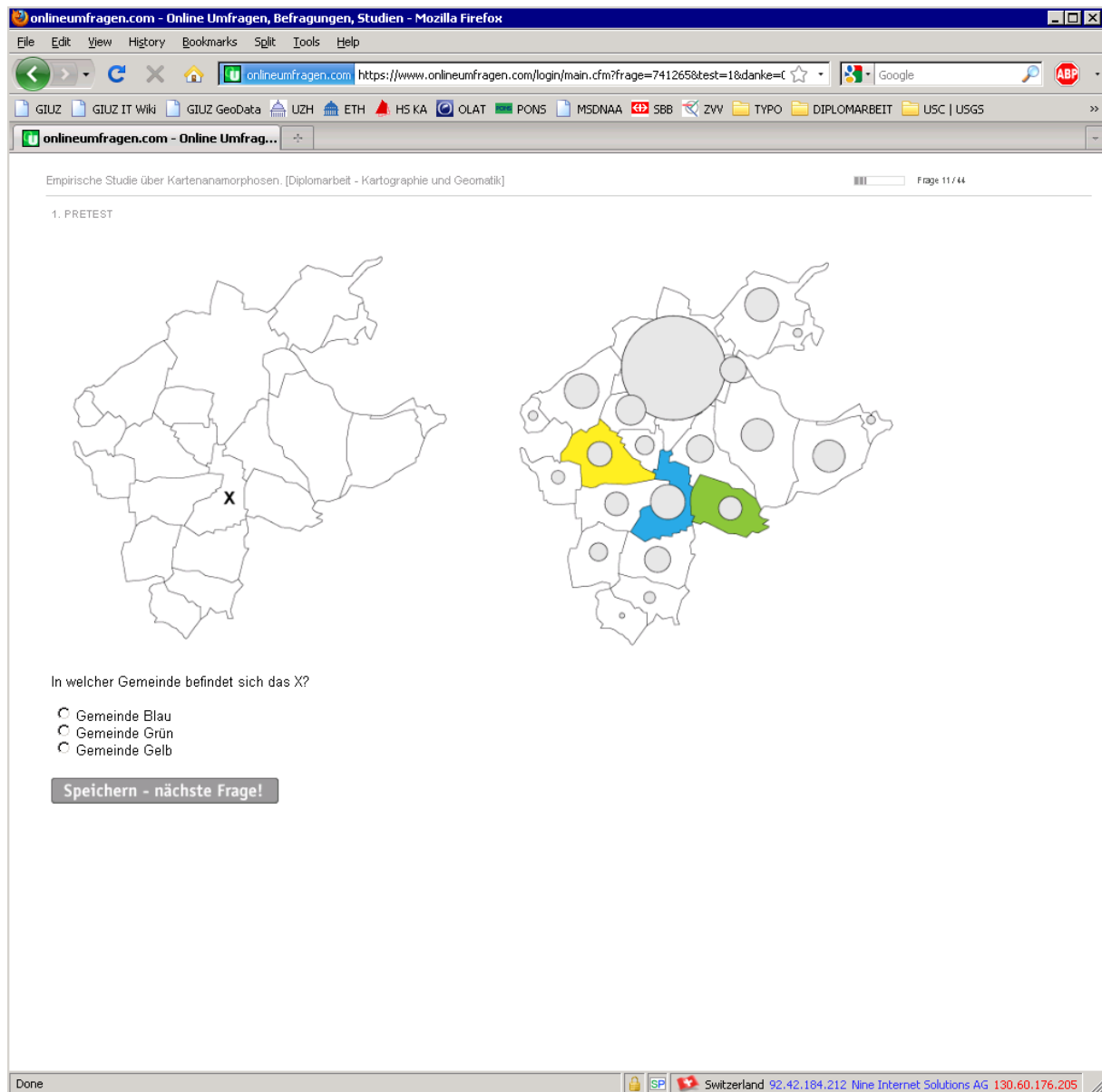
Univariate Tests

Source	Measure		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Region	Richtigkeit	Sphericity Assumed	6.250	1	6.250	42.241	0.000	0.463	42.241	1.000
		Greenhouse-Geisser	6.250	1	6.250	42.241	0.000	0.463	42.241	1.000
		Huynh-Feldt	6.250	1	6.250	42.241	0.000	0.463	42.241	1.000
		Lower-bound	6.250	1	6.250	42.241	0.000	0.463	42.241	1.000
	Zeit	Sphericity Assumed	2323.240	1	2323.240	15.035	0.000	0.235	15.035	0.967
		Greenhouse-Geisser	2323.240	1	2323.240	15.035	0.000	0.235	15.035	0.967
		Huynh-Feldt	2323.240	1	2323.240	15.035	0.000	0.235	15.035	0.967
		Lower-bound	2323.240	1	2323.240	15.035	0.000	0.235	15.035	0.967

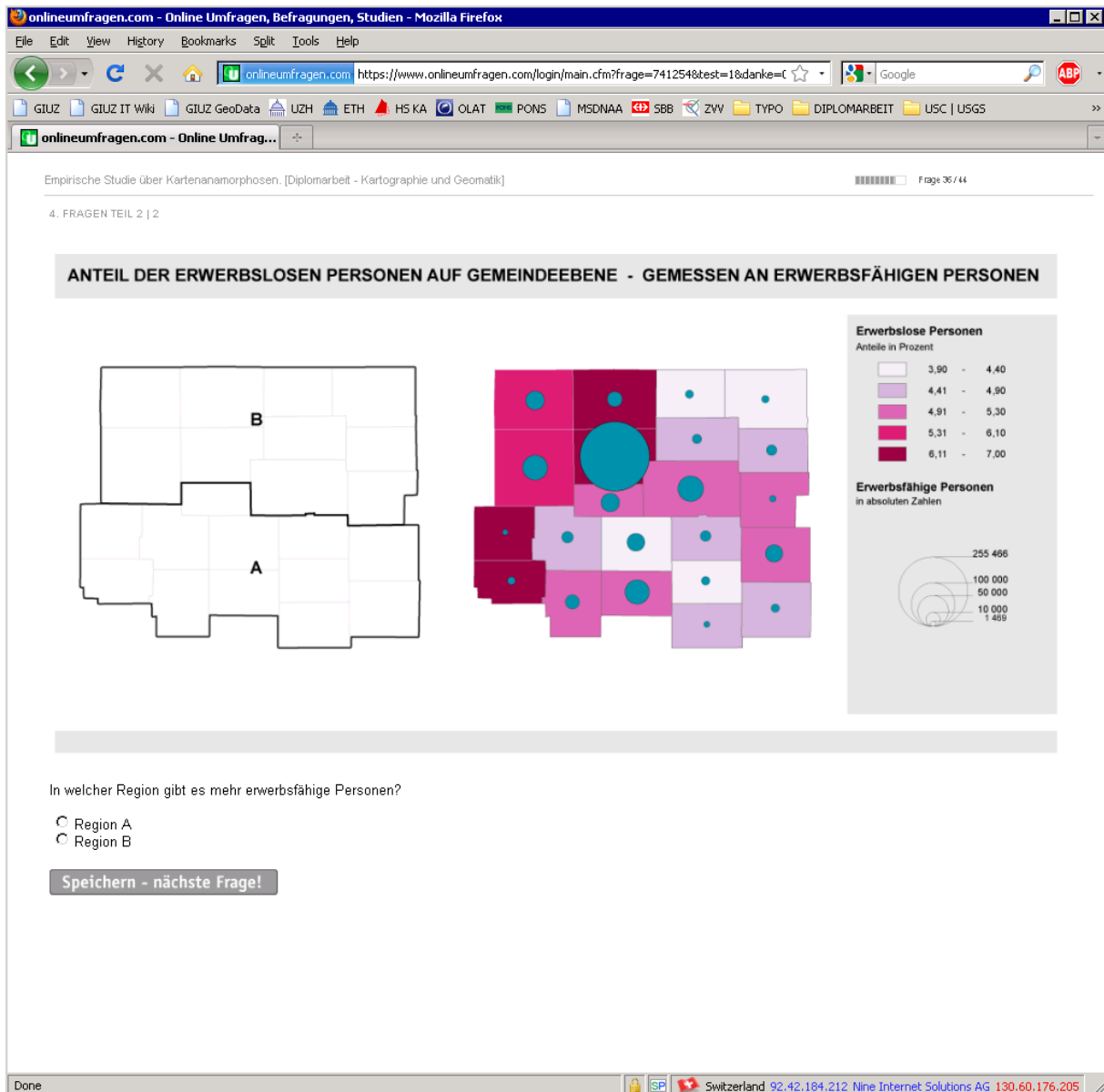
Error(Region)	Richtigkeit	Sphericity Assumed	7.250	49	0.148
		Greenhouse-Geisser	7.250	49	0.148
		Huynh-Feldt	7.250	49	0.148
		Lower-bound	7.250	49	0.148
	Zeit	Sphericity Assumed	7571.760	49	154.526
		Greenhouse-Geisser	7571.760	49	154.526
		Huynh-Feldt	7571.760	49	154.526
		Lower-bound	7571.760	49	154.526

a Computed using alpha = .05

A.3 Ausschnitte aus der Umfrage



A.3-1: Frage aus dem Pretest [verkleinerter Screenshot von einem 19"-Monitor]



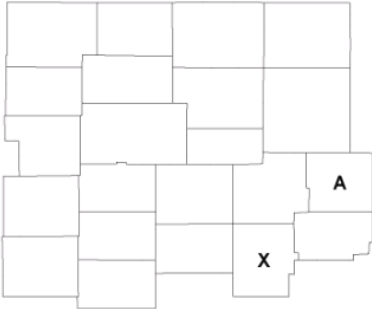
A.3-2: Choroplethe von Kansas mit blauen Diagrammen – Frage F5 [verkleinerter Screenshot von einem 19“-Monitor]

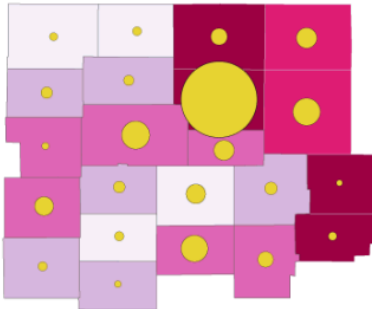
onlineumfragen.com - Online Umfragen, Befragungen, Studien - Mozilla Firefox

Empirische Studie über Kartenanamorphosen. [Diplomarbeit - Kartographie und Geomatik] Seite 41 / 44

4. FRAGEN TEIL 2 | 2

ANTEIL DER ERWERBSLOSEN PERSONEN AUF GEMEINDEEBENE - GEMESSEN AN ERWERBSFÄHIGEN PERSONEN

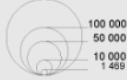




Erwerbslose Personen
Anteile in Prozent

	3,90 - 4,40
	4,41 - 4,90
	4,91 - 5,30
	5,31 - 6,10
	6,11 - 7,00

Erwerbsfähige Personen
in absoluten Zahlen



255 466
100 000
50 000
10 000
1 459

Gegeben ist Gemeinde A: Welche Aussage trifft zu?

In Gemeinde A gibt es **absolut deutlich weniger** erwerbslose Personen als in Gemeinde X.
 In Gemeinde A gibt es **absolut deutlich mehr** erwerbslose Personen als in Gemeinde X.
 In Gemeinde A gibt es **absolut ungefähr gleich viele** erwerbslose Personen als in Gemeinde X.

Speichern - nächste Frage!

Done Switzerland 92.42.184.212 Nine Internet Solutions AG 130.60.176.205

A.3-3: Choroplethe von Kansas mit gelben Diagrammen – Frage F6 [verkleinerter Screenshot von einem 19“-Monitor]

onlineumfragen.com - Online Umfragen, Befragungen, Studien - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Split Tools Help

onlineumfragen.com https://www.onlineumfragen.com/login/main.cfm?frage=741258&test=1&danke=t

GIUZ GIUZ IT Wiki GIUZ GeoData UZH ETH HS KA OLAT PONS MSDNAA SBB ZVV TYPO DIPLOMARBEIT USC | USGS

onlineumfragen.com - Online Umfrag...

Empirische Studie über Kartenanamorphosen. [Diplomarbeit - Kartographie und Geomatik] Frage 40/44

4. FRAGEN TEIL 2 | 2

ANTEIL DER ERWERBSLOSEN PERSONEN AUF GEMEINDEEBENE - GEMESSEN AN ERWERBSFÄHIGEN PERSONEN

Erwerbslose Personen
Anteile in Prozent

	3,90 - 4,40
	4,41 - 4,90
	4,91 - 5,30
	5,31 - 6,10
	6,11 - 7,00

Erwerbsfähige Personen
in absoluten Zahlen

10 000	100 000
255 466	

In welcher der gekennzeichneten Gemeinden hat es die höhere Dichte an erwerbsfähigen Personen?

Gemeinde A
 Gemeinde B
 Gemeinde C

Speichern - nächste Frage!

Done Switzerland 92.42.184.212 Nine Internet Solutions AG 130.60.176.205

A.3-4: Anamorphose von Kansas – Frage F7 [verkleinerter Screenshot von einem 19“-Monitor]

onlineumfragen.com - Online Umfragen, Befragungen, Studien - Mozilla Firefox

Empirische Studie über Kartenanamorphosen. [Diplomarbeit - Kartographie und Geomatik] Folge 39 / 44

4. FRAGEN TEIL 2 | 2

ANTEIL DER ERWERBSLOSEN PERSONEN AUF GEMEINDEEBENE - GEMESSEN AN ERWERBSFÄHIGEN PERSONEN

Erwerbslose Personen
Anteile in Prozent

0,51 - 1,88
1,89 - 2,88
2,89 - 3,81
3,82 - 4,56
4,57 - 5,86

Erwerbsfähige Personen
in absoluten Zahlen

93 387
50 000
20 000
5 000
195

In welcher Region gibt es mehr erwerbsfähige Personen?

Region A

Region B

Speichern - nächste Frage!

Done Switzerland 92.42.184.212 Nine Internet Solutions AG 130.60.176.205

A.3-5: Choroplethe von Basel mit blauen Diagrammen – Frage F5 [verkleinerter Screenshot von einem 19“-Monitor]

onlineumfragen.com - Online Umfragen, Befragungen, Studien - Mozilla Firefox

Empirische Studie über Kartenanamorphosen. [Diplomarbeit - Kartographie und Geomatik] Seite 43 / 44

4. FRAGEN TEIL 2 | 2

ANTEIL DER ERWERBSLOSEN PERSONEN AUF GEMEINDEEBENE - GEMESSEN AN ERWERBSFÄHIGEN PERSONEN

Anteile in Prozent
0,51 - 1,88
1,89 - 2,88
2,89 - 3,81
3,82 - 4,56
4,57 - 5,86

in absoluten Zahlen
93 387
50 000
20 000
5 000
195

Gegeben ist Gemeinde A: Welche Aussage trifft zu?

In Gemeinde A gibt es **absolut deutlich weniger** erwerbslose Personen als in Gemeinde X.
 In Gemeinde A gibt es **absolut deutlich mehr** erwerbslose Personen als in Gemeinde X.
 In Gemeinde A gibt es **absolut ungefähr gleich viele** erwerbslose Personen als in Gemeinde X.

Speichern - nächste Frage!

Done Switzerland 92.42.184.212 Nine Internet Solutions AG 130.60.176.205

A.3-6: Choroplethe von Basel mit gelben Diagrammen – Frage F6 [verkleinerter Screenshot von einem 19“-Monitor]

onlineumfragen.com - Online Umfragen, Befragungen, Studien - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Split Tools Help

onlineumfragen.com https://www.onlineumfragen.com/login/main.cfm?frage=741260&test=1&danke=t

GIUZ GIUZ IT Wiki GIUZ GeoData UZH ETH HS KA OLAT PONS MSDNAA SBB ZVV TYPO DIPLOMARBEIT USC | USGS

onlineumfragen.com - Online Umfrag...

Empirische Studie über Kartenanamorphosen. [Diplomarbeit - Kartographie und Geomatik] Folge 42/44

4. FRAGEN TEIL 2 | 2

ANTEIL DER ERWERBSLOSEN PERSONEN AUF GEMEINDEEBENE - GEMESSEN AN ERWERBSFÄHIGEN PERSONEN

Erwerbslose Personen
Anteile in Prozent

0,51 - 1,88
1,89 - 2,88
2,89 - 3,81
3,82 - 4,56
4,57 - 5,86

Erwerbsfähige Personen
in absoluten Zahlen

1 000
10 000
93 387

In welcher der gekennzeichneten Gemeinden hat es die höhere Dichte an erwerbsfähigen Personen?

Gemeinde A
 Gemeinde B
 Gemeinde C

Speichern - nächste Frage!

Done Switzerland 92.42.184.212 Nine Internet Solutions AG 130.60.176.205

A.3-7: Anamorphose von Basel – Frage F7 [verkleinerter Screenshot von einem 19“-Monitor]

Literatur

- Arnberger, E.** (1987). Thematische Kartographie. Braunschweig, Verlags-GmbH Höller und Zwick.
- Aschwanden, C.** (1995). Kognitionsstudien mit Flächenkartogrammen. Geographisches Institut. Zürich, Universität Zürich. Diplom in Geographie.
- Aschwanden, C.** (1998). Kognitionsstudien mit mengentreuen Flächenkartogrammen. Kartographische Nachrichten 48(6): 221–228.
- Backhaus, K., et al.** (2006). Multivariate Analysemethoden – eine anwendungsorientierte Einführung. Berlin | Heidelberg | New York, Springer.
- Beller, S.** (2008). Empirisch forschen lernen: Konzepte, Methoden, Fallbeispiele, Tipps. Bern, Verlag Hans Huber.
- Bertin, J.** (1974). Graphische Semiologie – Diagramme, Netze, Karten. Berlin | New York, Walter de Gruyter.
- Bollmann, J. und Koch, W. G.** (2002). Lexikon der Kartographie und Geomatik. Heidelberg, Spektrum akademischer Verlag.
- Brewer, C.** (2003). A Transition in Improving Maps: The ColorBrewer Example. Cartography and Geographic Information Science 30(2): 159–163.
- Brewer, C. A.** (2005). Designing better maps: A guide for gis users. Redlands, ESRI Press.
- Bühner, M.** (2006). Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. München, Pearson Studium.
- Bundesamt für Statistik** (2010). MS-Regionen, Arbeitsmarkregionen. Zugriff am: 01.07.2010, von http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/regionen/11/geo/analyse_regionen/03.html.
- Burgdorf, M.** (2008). Verzerrungen von Raum und Wirklichkeit in der Bevölkerungskartographie. Kartographische Nachrichten 58(5): 234–242.
- Burgdorf, M.** (2009). Kartogramme. Aus der Form geraten oder auf den Punkt gebracht? Informationen zur Raumentwicklung 10/11: 689–700.
- Christmann, U.** (1999). Wahrnehmung, Kognition, Metakognition. Kölner Psychologische Studien 4(1): 6.

- Clarke, K.** (2002). Cartogram Types. Zugriff am: 02.06.2010, von http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/Cartogram_Central/types.html.
- Dent, B. D.** (1975). Communication Aspects of Value-by-Area Cartograms. *Cartography and Geographic Information Science* 2(2): 154–168.
- Dougenik, J. A., et al.** (1985). An algorithm to construct continuous area cartograms. *The Professional Geographer* 37(1): 75–81.
- Eco, U.** (1994). Einführung in die Semiotik. München, Wilhelm Fink Verlag.
- Eurostat** (2008). Einleitung zu den NUTS und die statistischen Regionen von Europa – Grundprinzipien der NUTS. Zugriff am: 01.07.2010, von http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nuts/introduction_regions_de.html.
- Eurostat** (2008). Hauptmerkmale der NUTS – Verwendungszweck der NUTS-Systematik. Zugriff am: 01.07.2010, von http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nuts/mainchar_regions_de.html.
- Flannery, J. J.** (1971). The relative effectiveness of some common graduated point symbols in the presentation of quantitative data. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization* 8(2): 96–109.
- Freitag, U.** (1992). Kartographische Konzeptionen – Beiträge zur theoretischen und praktischen Kartographie (1961 – 1991). Berlin, Selbstverlag Fachbereich Geowissenschaften – Freie Universität Berlin.
- Gastner, M. T. und Newman, M. E. J.** (2004). Diffusion-based method for producing density-equalizing maps. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101(20): 7499.
- Griffin, T. L. C.** (1983). Recognition of Areal Units on Topological Cartograms. *Cartography and Geographic Information Science* 10(1): 17–29.
- Hake, G., et al.** (2002). Kartographie – Visualisierung raum-zeitlicher Informationen. Berlin | New York, Walter de Gruyter.
- Hubel, D. H.** (1989). Auge und Gehirn – Neurobiologie des Sehens. Heidelberg, Spektrum der Wissenschafts Verlagsgesellschaft.

- Hurni, L. und Hutzler, E. (2008). Implementation kartographischer Funktionen als Adobe Illustrator™-Plugins. Kartographische Nachrichten 58(5): 248–255.
- Imhof, E. (1972). Thematische Kartographie. Berlin | New York, Walter de Gruyter.
- Janssen, J. und Laatz, W. (2010). Statistische Datenanalyse mit SPSS – Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul exakte Tests. Heidelberg | Dordrecht | London | New York, Springer-Verlag.
- Kraak, M.-J. und Ormeling, F. (2003). Cartography: Visualization of Geospatial Data. Essex, Pearson Education Limited.
- Larkin, J. und Simon, H. (1987). Why a Diagram is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words. Cognitive science 11(1): 65–100.
- MacEachren, A. M. (1995). How maps work – Representation, Visualization, and Desing. New York, The Guilford Press.
- MacEachren, A. M. und Kraak, M.-J. (1997). Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda. Computers & Geosciences 23(4): 335–343.
- Martin, D. W. (2008). Doing psychology experiments. Belmont, Thomson Wadsworth.
- Muller, J.-C. (1979). Perception of continuously shaded maps. Annals of the Association of American Geographers 69(2): 240–249.
- Muller, J.-C. (1983). Die nichteuklidische Darstellung funktionaler Räume. Kartographische Nachrichten 33(1): 10–19.
- Muller, J.-C. (1985). Wahrheit und Lüge in thematischen Karten–Zur Problematik der Darstellung statistischer Sachverhalte. Kartographische Nachrichten 35(2): 44–52.
- Ogrissek, R. (1983). Kartenkunde abc. Leipzig, VEB F.A. Brockhaus Verlag.
- Olson, J. (1976). Noncontiguous area cartograms. The Professional Geographer 28(4): 371–380.
- Rase, W.-D. (2001). Kartographische Anamorphosen und andere nichtlineare Darstellungen. Kartographische Bausteine 19: 37–38.

- Rock, I.** (1985). Wahrnehmung – Vom visuellen Reiz zum Sehen und Erkennen. Heidelberg, Spektrum der Wissenschafts Verlagsgesellschaft.
- Schuler, M., et al.** (2006). Atlas des räumlichen Wandels der Schweiz. Neuchâtel, Bundesamt für Statistik (BFS).
- Slocum, T. A.** (1981). Analyzing The Communicative Efficiency Of Two-sectored Pie Graphs. Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization 18(3): 53–65.
- Slocum, T. A., et al.** (2009). Thematic Cartography and Geovisualization. Upper Saddle River, Pearson Prentice Hall.
- Spitzer, M.** (2007). Aktives Vergessen. Nervenheilkunde 26: 810–812.
- Sun, H. und Li, Z.** (2010). Effectiveness of Cartogram for the Representation of Spatial Data. Cartographic Journal, The 47(1): 12–21.
- Sutter, T.** (2010). Medienkompetenz – einige Anmerkungen zum Kompetenzbegriff. Medienanalyse und Medienkritik. T. Sutter, VS Verlag für Sozialwissenschaften: 167–180.
- Tufte, E. R.** (2006). The Visual Display of Quantitative Information. Cheshire, Graphics Press LLC.
- Universität Rostock** (2002). Geoinformatik Service – Kartogramm. Zugriff am: 02.07.2010, von <http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/einzel.asp?ID=689587679>.
- Vester, F.** (1997). Denken, Lernen, Vergessen – Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn und wann läßt es uns im Stich? München, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG.
- Ware, C.** (2004). Information visualization: perception for design. San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers.
- Wilhelmy, H.** (2002). Kartographie in Stichworten. Stuttgart, Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung.