„Alarmstufe Rot!“ oder „Alles im grünen Bereich!“

Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Philosophischen Fakultät II
(Psychologie, Pädagogik und Sportwissenschaft) der Universität Regensburg

Vorgelegt von
Laura Künzer
Regensburg
2015

Erster Gutachter: Prof. Dr. Dr. h.c. Alf Zimmer
Universität Regensburg
Zweiter Gutachter: Prof. Dr. Stefan Strohschneider
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Inhalt **1**

1. Zusammenfassung **4**

2. Einleitung **8**

Teil I: Theorie und Hintergrund **11**

3. Was ist Farbe? – Ein Blick in die psychologische Farbenlehre **11**

3.1 Vom Licht zur Farbe - Die Entstehung eines Farbreizes *12*

3.2 Farbe sehen – Die menschliche Farbwahrnehmung *13*

4. Farbsysteme – alle Farben in (k)einer Farbordnung? **23**

4.1 Colorimetrie – Messung der menschlichen Farbwahrnehmung *24*

*4.2 Vom CIE-Normfarbsystem zu CIEL*a*b* und RAL* *24*

5. Jetzt wird es bunt – Beschreibungen von Farben **28**

5.1 Color Naming – Farbnamen, Sprache und Denken können nicht getrennt betrachtet werden *28*

5.2 Körperfarben und Lichtfarben *29*

5.3 Die drei Eigenschaften zur Beschreibung von Farben – Farbton, Helligkeit und Sättigung *32*

6. Funktionen und Wirkungen von Farben **33**

6.1 Farben und Verhalten *33*

6.2 Farben und Informationen *34*

6.3 Farben und Emotionen *34*

6.4 Farben und Stress *35*

6.5 Farben und mentale Modelle *36*

6.6 Farben und Kultur *37*

6.7 Farben und Ästhetik *38*

6.8 Farben und Raumwahrnehmung *39*

6.9 Farben und räumliche Orientierung *40*

7. Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit **41**

8. Die Ampelanalogie als zentrale Fragestellung 44

8.1 Farben in der Warnungsforschung und das Schema Urgency Mapping 48

8.2 Signalfarben der Ampelanalogie und die Farben Weiß, Blau und Lila sowie Grau 52

Teil II: Methodentriangulation – Methoden und Ergebnisse 60

9. Beschreibung der Methodentriangulation 60

9.1 Einführung zur Triangulation 60

9.2 Forschungsfrage Methodentriangulation 61

9.3 Auswertungsstrategie der Methodentriangulation 61

9.4 Datenerfassung und Ablauf 63

9.5 Technik 64

9.6 Die verwendete Farben aus dem RAL-Farbsystem 64

9.7 Stichprobenbeschreibung 65

10. „Sicher nach draußen" – Die Auswahl des sichersten Ausgangs auf Kartenausschnitten anhand von Farben 68

10.1 Zusammenfassung Kartenausschnitte 68

10.2 Einführung zur Methode Kartenausschnitte 72

10.3 Forschungsfragen Kartenausschnitte 72

10.4 Die Methode der Kartenausschnitte 73

10.5 Ergebnisse Kartenausschnitte 79

10.6 Diskussion Kartenausschnitte 105

11. „Alles im grünen Bereich!" – Freie Assoziationen zur Kategorisierung von Farben im Kontext von Gefahr 125

11.1 Zusammenfassung Freie Assoziation 125

11.2 Einführung zur Methode Freie Assoziation 127

11.3 Forschungsfragen Freie Assoziation 128

11.4 Die Methode der Freien Assoziation 129

11.5 Ergebnisse Freie Assoziation 133

11.6 Diskussion Freie Assoziation 180

12. „Von gar nicht sicher zu sehr sicher" – Die Kartensortierung als Methode zur Abstufung von Farben 199

12.1 Zusammenfassung Kartensortierung 199

12.2 Einführung zur Methode der Kartensortierung 202

12.3 Forschungsfragen Kartensortierung 203

12.4 Die Methode der Kartensortierung 203

12.5 Ergebnisse Kartensortierung 205

12.6 Diskussion Kartensortierung 226

Teil III: Ableitungen für die Praxis und Forschung 238

13. Ergebnisse und Ableitungen der Methodentriangulation 238

13.1 Ergebnisse der Methodentriangulation – Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung 238

13.2 Diskussion Methodentriangulation – Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung 239

13.3 Ableitungen aus der Methodentriangulation und Empfehlungen für die Praxis 242

14. Allgemeine Diskussion 246

15. Ausblick und Forschungsfragen für die Zukunft 250

16. Anhang 253

A: Dokumente der Methodentriangulation 253

B: Anhang Kartenausschnitte 258

C: Anhang Freie Assoziation 266

D: Anhang Kartensortierung 275

17. Abkürzungsverzeichnis 284

18. Literatur 285

Danke 298

1. Zusammenfassung

Die richtige Farbgebung kann Menschen in soziotechnischen Systemen dabei unterstützen, Sicherheit und Produktivität, aber auch Wohlbefinden herzustellen. Zugleich können Farben vor möglichen Gefahren warnen und Sicherheit vermitteln.

Die vorliegende Arbeit verfolgt zwei übergreifende Forschungsziele: Die *Validierung der sogenannten Ampelanalogie* und die Erstellung einer *siebenstufigen Farbhierarchie* bezogen auf Sicherheit. Die Ampelanalogie, bei der die Farbe Grün Sicherheit, die Farbe Rot Gefahr und die Farben Gelb und/oder Orange einen mittleren Gefahrenbereich repräsentieren, findet in der Praxis häufig Anwendung. Dennoch ließ sich für die Ampelanalogie in der bestehenden Literatur bisher kein empirischer Nachweis finden. Zusätzlich wurden die Farben Blau, Weiß und Lila einbezogen. Die wissenschaftliche Betrachtung der Ampelanalogie stand im Fokus dieser Arbeit. Ihre Gültigkeit konnte eindeutig nachgewiesen werden, ebenso konnte eine Farbhierarchie erstellt werden.

Für das erste Forschungsziel wurden drei Methoden – Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung – angewendet. Für das zweite Forschungsziel wurden die drei Methoden in einer Methodentriangulation miteinander trianguliert. Um die internationale Gültigkeit der Ampelanalogie vergleichend zu prüfen, wurden deutsche, koreanische, russische und US-amerikanische Teilstichproben einbezogen.

In der Methode *Kartenausschnitte* wurde ein Anwendungsbezug zu Betriebsleitstellen von U-Bahn-Verkehrsbetrieben hergestellt. Die Probanden hatten die Aufgabe, auf *schematischen Kartendarstellungen von U-Bahnsteigen* anhand von Einfärbungen gefährdete Ausgänge einzuschätzen und den *sichersten Ausgang* für die Fahrgäste auszuwählen. Hierbei konnte die Ampelanalogie für die Ampelfarben Grün, Gelb, Orange und Rot bestätigt werden. Obwohl die Ampelanalogie für die Ampelfarben insgesamt auch kulturübergreifend bestätigt werden konnte, war die Abgrenzung zwischen den Farben Gelb und Orange weniger eindeutig als die der Farben Grün und Rot. Aus diesem Grund wird empfohlen, auf derartigen Kartenausschnitten nur eine der beiden Farben zu nutzen. Die Farbe Blau wurde unerwartet häufig, wie die Farbe Grün, mit Sicherheit assoziiert. Da es auf Kartenausschnitten nicht sinnvoll erscheint, eine Abstufung von Sicherheit darzustellen, sollte eher die Farbe Grün zur Kennzeichnung von Sicherheit verwendet werden. Die Farbe Lila stellte sich als die Farbe mit der größten Ambiguität heraus, da sie sowohl im Sinne von Gefahr als auch von mittlerer Gefahr interpretiert wurde. Die Verwendung dieser Farbe wird für Kartenausschnitte daher nicht empfohlen. Die Farbe Weiß wurde ebenfalls mit mittlerer Sicherheit verbunden. Es konnte jedoch nicht geklärt werden, ob die Farbe Weiß tatsächlich einen mittleren Bereich von Sicherheit bzw. Gefahr oder eher Neutralität im Sinne der Farbsymbolik abbilde-

te. Zudem wurden bei der Auswahl der sichersten Ausgänge zwei Auswahlstrategien verfolgt: *Farbe* und *Position* (Tendenz zur Mitte), da der mittlere Ausgang von den Probanden eindeutig favorisiert wurde. Zusammenfassend wurde festgestellt, dass der Einfluss der Position den der Farbe überstieg (*Position schlägt Farbe)*.

In der Methode *Freie Assoziation* wurden die sieben Farben in Form von farbigen Rechtecken nacheinander auf einem Bildschirm präsentiert. Die Probanden hatten die Aufgabe, zu den präsentierten Farben *freie Assoziationen bezogen auf Gefahr* zu äußern. Diese Assoziationen ließen sich im Kontext von Gefahr durch acht inhaltliche Kategorien beschreiben und anhand von reliablen Kodierleitfäden auswerten. Die Probanden assoziierten mit den verwendeten Farben verschiedene Abstufungen von Gefahr. Der *Kategorie K1: Höchste Gefahr* wurden insbesondere die Assoziationen zur Farbe Rot zugeordnet. Die Ergebnisse zur Farbe Rot waren in Bezug auf die Kategorien erwartungsgemäß am eindeutigsten. Den *Kategorien K2: Mittlere Gefahr* und *K3: Geringe Gefahr* wurden vor allem die Farben Orange sowie Gelb zugeordnet. Orange wurde jedoch mehr als Gelb mit höchster Gefahr assoziiert. Diese Kategorisierung der Assoziationen erlaubt den Schluss, dass die beiden Farben Gelb und Orange im Kontext von Gefahr eine Abstufung darstellen. Der *Kategorie K4: Keine Gefahr* wurden vor allem die Farben Grün und Weiß zugeordnet. Der Kategorie *K5: Warnungen* wurden Assoziationen zugeordnet, die einen Hinweis auf die Verwendung einer Farbe als Warnung oder Kennzeichnung gaben. Insbesondere die Assoziationen zu Rot, Gelb und Orange fielen häufig in diese Kategorie, sodass diese Farben als besonders geeignete Warnungsfarben betrachtet werden können. Einige Farben riefen Assoziationen im Sinne von Kategorie *K6: Neutralität* bzw. explizit *keine Assoziationen mit dem Kontext Gefahr* hervor, insbesondere die Farben Weiß, Lila und Blau. Trotz des vorgegebenen Kontexts wurden auch *Assoziationen* genannt, die als *außerhalb des Kontexts von Gefahr (Kategorie K7)* eingestuft werden mussten, z. B. negative oder positive Emotionen. Es zeigte sich, dass alle betrachteten Farben verhältnismäßig viele Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr hervorriefen. Offensichtlich konkurrierten verschiedene mentale Modelle trotz der Vorgabe des Kontexts von Gefahr, z. B. Assoziationen im Sinne der Farbsymbolik. Bei der russischen Teilstichprobe wurde mehr als die Hälfte der Nennungen in diese Kategorie kodiert. Die betrachteten Farben scheinen bei ihnen generell weniger mit Gefahr verbunden zu werden als bei den anderen Teilstichproben. Aufgrund der Assoziationen der US-amerikanischen Probanden wurde eine weitere Kategorie *K8: Hilfsorganisationen* hinzugefügt. Dieser Kategorie wurden am ehesten Rot, Blau und Weiß zugeordnet. Blau und Lila riefen am meisten unterschiedliche Assoziationen hervor, die eher nicht auf Gefahren bezogen waren.

In der *Methode Kartensortierung* hatte jeder Proband die Aufgabe, *Karten mit den sieben Farben* in eine *Rangordnung* in Bezug auf die Kategorie Sicherheit, d. h. von *gar nicht sicher* bis *sehr sicher*, zu bringen. Die Ampelanalogie konnte hierbei ebenfalls bestätigt werden. Im direkten Vergleich konnte für alle Farben, bis auf die Farben Grün und Weiß, eine eindeutige Rangordnung wie folgt festgelegt werden:

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Grün/Weiß

Sowohl bei der Betrachtung der Gesamtdaten wie bei der vergleichenden Betrachtung der Teilstichproben musste der mittlere Bereich der Rangordnung als Besonderheit aufgefasst werden: Die Ergebnisse gaben nicht eindeutig Aufschluss darüber, ob die Probanden diesen Bereich tatsächlich als Mitte zwischen *gar nicht sicher* und *sehr sicher* (also als mittel gefährlich) oder als *neutrale Mitte* (ohne Bezug zu Gefahr) interpretieren. Dies gilt insbesondere für die Sortierungen der Farbe Weiß. Die Farbe Rot wurde über allen Teilstichproben hinweg als Extremum im Sinne von *gar nicht sicher* betrachtet. Die Farbe Gelb wurde am eindeutigsten, d.h. mit geringster Varianz, in allen Teilstichproben als *mittlere Sicherheit* eingeschätzt und grenzte sich dadurch von der Farbe Orange ab. Die Farbe Lila wurde in allen Teilstichproben mit einer *mittleren Sicherheit* assoziiert. Dennoch kann die gemeinsame Nutzung der Farben Lila und Gelb aufgrund fehlender Trennschärfe nicht empfohlen werden. Die Farbe Grün wurde zwar grundsätzlich als *sehr sicher* bzw. im Sinne von mittlerer bis hoher Sicherheit verstanden, die Einordnung dieser Farbe interferierte aber mit der Zuordnung der Farben Blau und Weiß. Insbesondere bei den Rangordnungen der US-amerikanischen Probanden wurde Weiß als sicherer als Grün betrachtet. Da offensichtlich das Vorhandensein der Farben Weiß und Blau einen Einfluss auf die Einschätzung der Farbe Grün hatten, erscheint die gleichzeitige Nutzung dieser drei Farben zur Abstufung von Sicherheit als nicht sinnvoll.

Das zweite Forschungsziel bezog sich auf die Erstellung einer eindeutigen Farbhierarchie der sieben betrachteten Farben auf einem Kontinuum von Gefahr bis Sicherheit. Dafür wurde eine Methodentriangulation anhand des Schemas Urgency Mapping vorgenommen. Folgende Farbhierarchie konnte zusammenfassend erstellt werden:

Die Farbe Rot bildet eindeutig Gefahr und keine Sicherheit ab.

Die Farbe Orange bildet Gefahr und keine Sicherheit ab. Sie grenzt sich von der Farbe Rot als weniger gefährlich ab.

Die Farbe Gelb bildet mittlere Gefahr ab. Insgesamt grenzt sie sich von der Farbe Orange als weniger gefährlich ab.

Die Farbe Lila bildet mittlere Gefahr bzw. mittlere Sicherheit ab.

Die Farbe Blau bildet mittlere Sicherheit bzw. geringe Gefahr ab. Sie bildet insgesamt ein höheres Maß an Sicherheit als die Farbe Lila und ein höheres Maß an Gefahr ab als die Farbe Weiß.

Die Farbe Weiß bildet insgesamt Sicherheit ab. Sie muss jedoch gesondert betrachtet werden, da Neutralität auf dem Kontinuum von Gefahr bis Sicherheit nicht abgebildet wurde. Wird die Farbe Weiß als unbunte Farbe in der Farbhierarchie vernachlässigt, sind die Farben Grün und Blau besser dazu geeignet, Sicherheit abzubilden.

Die Farbe Grün bildet Sicherheit und keine Gefahr ab.

Die Farbhierarchie der Methodentriangulation bestätigt somit ebenfalls die Gültigkeit der Ampelanalogie für die Ampelfarben Rot, Orange, Gelb und Grün.

2. Einleitung

Das Thema Sicherheit hat in der Gesellschaft in den letzten Jahren eine immer bedeutendere Rolle eingenommen. Sicherheit stellt für jeden einzelnen Menschen nicht nur ein hohes persönliches Gut dar, das die Lebensqualität maßgeblich bestimmt, sie nimmt eine Schlüsselrolle in der politischen Stabilität und Rechtsstaatlichkeit eines Landes ein. Die Sicherheitsforschung zielt darauf ab, Verwundbarkeiten durch Naturkatastrophen, Angriffe oder Störungen vielfältiger Art sowohl methodisch als auch systematisch zu analysieren und zu kontrollieren. In Mensch-Technik-Umwelt-Systemen sollen Häufigkeit und Schwere von Schäden und Verlusten kontinuierlich verringert werden (Kuhlmann, 1995; Thoma, Drees & Leismann, 2010). Die Relevanz des Themas Sicherheit in Deutschland spiegelt sich seit 2007 im Programm Forschung für die zivile Sicherheit des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) wider. Die vorliegende Arbeit entstand aus dem Verbundbundprojekt OrGaMIR (Organisationsübergreifende Gefahrenabwehr zum Schutz von Menschen und kritischen Infrastrukturen durch optimierte Prävention und Reaktion) bzw. dessen Nachfolgeprojekt OrGaMIR^{PLUS}, die beide im Rahmen der Bekanntmachung Schutz von kritischen Infrastrukturen vom BMBF gefördert wurden. Für das Projekt OrGaMIR wurde als konkretes Szenario die Freisetzung eines gesundheitsschädlichen chemischen Gefahrstoffes in einem U-Bahn-System ausgewählt. Das Verbundprojekt untersuchte unter anderem die Detektion und Identifikation des freigesetzten Gefahrstoffes sowie das Ausbreitungsverhalten innerhalb des U-Bahn-Systems. Die Ziele von OrGaMIR/OrGaMIR^{PLUS} beinhalteten unter anderem die Erforschung eines sogenannten OrGaMIR-Systems, das eine Beurteilung der vorherrschenden und voraussichtlichen Kontamination aufgrund eines vorhandenen Gefahrstoffes ermöglicht. Auf Basis der Detektion sollte das Ausbereitungsverhalten des Gefahrstoffes auf Bildschirmen von Betriebsleitstellen der U-Bahn-Verkehrsbetriebe visualisiert werden. Diese kontextsensitive Information sollte so den Mitarbeitern der Betriebsleitstelle als Entscheidungshilfe zur Verfügung gestellt werden, um Sicherheitsmaßnahmen ableiten zu können (Plaß, 2008). Den Mitarbeitern kann dadurch ermöglicht werden, anhand der Informationen über das Ausbreitungsverhalten sichere Bereiche, z. B. auf U-Bahnsteigen, für die anwesenden Fahrgäste zu identifizieren und sie bei der Selbstrettung in (noch) sichere Bereiche zu unterstützen, etwa durch dynamische Fluchtwegslenkung bei Räumungen (Künzer, 2009). Für die Visualisierung des Ausbreitungsverhaltens der (voraussichtlichen) Kontamination sollten auf den Bildschirmen der Betriebsleitstellen verschiedene Farben eingesetzt werden. Aus psychologischer Sicht stellte sich also die Frage, welche Farben für die Darstellung des Ausbreitungsverhaltens verwendet werden sollen und ob es anhand von Farben möglich ist, eine Abstufung sowohl des Schweregrades als auch der Dringlichkeit einer aufgrund einer

Gefahr notwendigen Handlung abzubilden. Besteht eine mehr oder weniger akute Gefahr, werden üblicherweise Warnungen als Maßnahmen eingesetzt, um Nutzer in dieser Form zu informieren (Wogalter, 2006). Ein Blick in die Warnungsforschung zeigte schnell, dass Farben meistens eher im Zusammenhang mit Signalwörtern auf Beschilderungen und Beschriftungen untersucht werden (Braun, Kline & Silver, 1995; Braun, Sansing & Silver, 1994; Chapanis, 1994). Die bisherige Warnungsforschung bestätigt, dass sich die Farbe Rot dafür eignet, eine Gefahr abzubilden. Ein Blick in die Anwendungspraxis zeigte, dass in Anlehnung an die Lichtsignale von Verkehrsampeln die sogenannte Ampelanalogie mit den Farben Rot, Gelb, Orange und Grün herangezogen wird, um verschiedene Gefahr- oder Sicherheitsstufen abzubilden. Dabei wird die Farbe Rot im Sinne von Stopp bzw. als höchste Stufe einer Gefahr und die Farbe Grün im Sinne von Freigabe oder Gehen bzw. Sicherheit verwendet. Für die Stufe zwischen Rot und Grün wird meist eine der beiden Farben Gelb oder Orange genutzt. Die Farben Gelb und Orange liegen also in dieser Farbfolge zwischen den Farben Rot und Grün und geben somit ein Signal, das die Aufmerksamkeit auf einen Wechsel zwischen Rot und Grün lenken soll. Gelb und Orange können damit im Sinne von mittlerer bzw. niedriger Gefahr betrachtet werden. Dennoch konnte aus wissenschaftlicher Sicht kein Nachweis für die Gültigkeit dieser Ampelanalogie gefunden werden. Zusätzlich ergab sich durch den Einsatz der Farben Gelb und/oder Orange die Frage, ob diese beiden Farben ähnlich oder als Abstufung interpretiert werden. Die farbliche Kodierung von Information scheint vor allem aus der ästhetischen Farbsymbolik hervorzugehen. Diese ruft aber (zu) stark interferierende Assoziationen mit Farben hervor, z. B. mit der Farbe Rot Liebe oder mit der Farbe Grün Natur (Heller, 2011). Die Anwendung von allgemeinen Farbsymboliken ist grundsätzlich eine pragmatische Herangehensweise. Dennoch, so scheint es, wird die Ampelanalogie als feststehend und allgemein gültig angenommen, ohne dass dafür bisher eine empirische Absicherung gezeigt worden ist (z. B. in Bransby & Jenkinson, 1998; Galitz, 1985; Ware, 2008; Wickens, 1992; Wogalter, 2006). Dabei bleibt die Frage unbeantwortet, wie die Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit tatsächlich von den Nutzern verstanden werden und welche mentalen Modelle in diesem Zusammenhang bestehen. Um einen fehlerfreien Einsatz von bestimmten Farben als visuellen Code auf Bildschirmen zu gewährleisten, muss die Bedeutung der Farben den mentalen Modellen der Nutzer entsprechen, denn nur so kann die Farbkodierung richtig bzw. angemessen verstanden werden (Wickens, 1992), die Nutzer entsprechend unterstützen und so zu erhöhter Sicherheit beitragen.

In der vorliegenden Arbeit wurden sieben Farben, die sogenannten Ampelfarben Grün, Gelb, Orange und Rot sowie die Farben Blau, Weiß und Lila, untersucht. Sollen diese Farben eingesetzt werden, um eine Abstufung von Gefahr und Sicherheit abzubilden, müssen die

Wirkungen und Funktionen der Farben sowie bestehende mentale Modelle der Nutzer in die Gestaltung einbezogen werden. Da der kulturelle Hintergrund von Nutzern die Interpretation von Farben maßgeblich beeinflusst und damit deren Bedeutung variieren kann, wurden Teilstichproben mit Probanden aus vier verschiedenen Ländern (Deutschland, Korea, Russland und den USA) vergleichend untersucht.
Aus einer sehr anwendungsbezogenen Ausgangsfrage hinsichtlich der Nutzung der Farben als Abstufung von Gefahrenbereichen auf Bildschirmen in Betriebsleitstellen von U-Bahnsystemen ergab sich so eine grundlagenbezogene Untersuchung der Ampelanalogie und weiterer Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit.

In Teil I (Theorie und Hintergrund) dieser Arbeit wird der Frage nachgegangen, was Farbe ist bzw. was Farben sind und wie Menschen Farben physiologisch und psychologisch wahrnehmen (Kapitel 3). Für die Nutzung und ein besseres Verständnis der betrachteten Farben ist es notwendig, Farbsysteme und Beschreibungen von Farben wie Farbnamen oder Körper- und Lichtfarben einzubeziehen (Kapitel 4 und 5). Farben haben verschiedene Funktionen und lösen unterschiedliche Wirkungen aus; diese werden in Kapitel 6 beschrieben. Der aktuelle Stand der Forschung zu Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit aus Sicht der Sicherheits- und Warnungsforschung sowie die zentrale Fragestellung der Ampelanalogie werden in den Kapiteln 7 und 8 vorgestellt. Teil II (Methodentriangulation – Methoden und Ergebnisse) umfasst die Überprüfung der Ampelanalogie anhand der Methodentriangulation (Kapitel 9) und beschreibt die Durchführung und Ergebnisse der drei triangulierten Methoden Kartenausschnitte (Kapitel 10), Freie Assoziation (Kapitel 11) und Kartensortierung (Kapitel 12). In Teil III (Ableitungen für die Praxis und Forschung) werden übergreifend die Ergebnisse der Methodentriangulation sowie Folgerungen und Empfehlungen für die Praxis (Kapitel 13) beschrieben, gefolgt von einer allgemeinen Diskussion (Kapitel 14). Die Arbeit schließt mit einem Ausblick und regt mögliche Forschungsfragen für die Zukunft an (Kapitel 15).

TEIL I: THEORIE UND HINTERGRUND

3. Was ist Farbe? – Ein Blick in die psychologische Farbenlehre

Die Frage, was Farbe ist oder was Farben sind, klingt einfach und lässt sich dennoch nicht einfach beantworten. Seit der Antike beschäftigen sich Forscher und Praktiker aus verschiedensten Fachrichtungen mit dem Thema Farbe. Bis heute ist das Thema weder erschöpfend behandelt, noch besteht ein einheitliches Bild zu Farben aus wissenschaftlicher Sicht (z. B. in Groh, 2011; Küppers, 1987; Taft, 1997; Welsch & Liebmann, 2012).

Mahnke und Mahnke (1987) sowie Burnham, Hanes und Bartleson (1963) beschreiben *Farbe als Konzept*, dem man sich aus verschiedenen Perspektiven und wissenschaftlichen Disziplinen annähern kann bzw. muss. Küppers (1987) beschreibt Farbe aufgrund dieser Komplexität sogar als *Problem*. Warum erscheint es nun notwendig, eine interdisziplinäre Auseinandersetzung mit dem Thema Farbe zu führen? Soll Farbe erfasst werden (was sicherlich als Ganzes im wörtlichen Sinne nie möglich sein wird), muss eine ganze Kette von *Vorgängen* einbezogen werden: von der Entstehung eines physikalischen Farbreizes aus Licht, über die menschliche Farbwahrnehmung der physiologischen und psychologischen Farbempfindung durch das Auge bis hin zur Farbwirkung im menschliche Gehirn. Menschen reagieren auf Farben im emotionalen, motivationalen und kognitiven Sinn. Obwohl die beschriebene Kette eine starke Vereinfachung der dahinterliegenden Prozesse darstellt, wird sicher schnell deutlich, dass notwendige Erkenntnisse und Zugänge nicht aus einer einzelnen Fachrichtung gewonnen werden können, um das Thema Farbe in seiner Komplexität zu erfassen. Vielmehr müssen Fragen und Erkenntnisse aus verschiedenen Fachrichtungen zusammengetragen, eingeordnet und genutzt werden. Farbe als psychologisches Phänomen hat immer etwas mit der Person zu tun, die die Farbe wahrnimmt. Die Wahrnehmung von Farbe ist somit subjektiv und relativ, d. h. sie ist vor allem abhängig vom Individuum selbst und dem Moment, in dem sie wahrgenommen wird. Farbe als Konzept aufzufassen, spiegelt also wider, dass Farbe keine einfache, unverwechselbare Bedeutung hat.

Die vorliegende Arbeit untersucht Farbe im Kontext von Gefahr und Sicherheit an. Im Kontext der Human Factors- bzw. Sicherheits- und Warnungsforschung werden Farben ebenso eher als abstraktes Konzept oder als kategorialer Name eines Gestaltungselements verwendet. Eine kontextbezogene Definition lässt sich nicht finden. Aus diesem Grund wird zunächst eine allgemeingültige (und eher physikalische) Definition vorgestellt: Nach Rodeck, Meerwein und Mahnke (1998) „ […] ist Farbe die Bezeichnung für eine spezifische visuelle

Empfindung, die durch sichtbare Strahlung, den sogenannten Farbreizen, ausgelöst wird." (S. 16). Im Folgenden wird die oben bereits beschriebene Kette von der Entstehung eines Farbreizes bis zu Farbwirkungen und Reaktionen auf Farben beschrieben. Dabei wird sich zeigen, dass Farben mehr bewirken können, als *nur* eine visuelle Empfindung.

3.1 Vom Licht zur Farbe - Die Entstehung eines Farbreizes

> For the Rays to speak properly are not coloured. In them there is nothing else than a certain Power and Disposition to stir up a Sensation of this or that Colour. […] so Colours in the Object are nothing but a Disposition to reflect this or that sort of Rays more copiously than the rest; […]. (Newton, 1717; Pg 125)

Sir Isaac Newton, der sich aus der Perspektive der Physik dem Thema Farbe näherte, beschreibt damit den Zusammenhang zwischen Licht und der Wahrnehmung von Farbe. Er stellte bereits in seinen Studien mit Prismen fest, dass Lichtstrahlen Energie darstellen und sich aus elektromagnetischen Schwingungen mit verschiedenen Wellenlängen zusammensetzen (Küppers, 1987). Alle elektromagnetischen Schwingungen werden auf einer kontinuierlichen Wellenskala abgebildet. Auf dieser Wellenskala befindet sich ein Bereich sichtbarer Wellenlängen für das menschliche Auge. Dieser Bereich wird als *Farbspektrum* oder *Absorptionsspektrum* bezeichnet, die sichtbaren Wellen als *Farbreize*. Abbildung 1 zeigt das Absorptionsspektrum des Menschen innerhalb des gesamten elektromagnetischen Spektrums. Der sichtbare Bereich liegt in etwa zwischen 380nm (Violettblau) und 780nm (Orangerot), kann aber aufgrund der Strahlungsleistung der Lichtquelle und des Sehvermögens variieren (Goldstein, 2002). Die Wirkung von Farben lässt sich somit nicht von dem vorhandenen Licht bzw. der Beleuchtung trennen. Die Farbreize müssen als physiologische Erregung weiter ins Gehirn geleitet werden, um als Farbempfindung ihre Wirkung zeigen zu können. Farbe ist also immer eine Wahrnehmung (Hutchings, 2004). Da das Sehvermögen eine bedeutende Rolle bei der Farbempfindung spielt, werden im Folgenden kurz der Sehvorgang, die menschliche Farbwahrnehmung und Farbfehlsichtigkeit beschrieben.

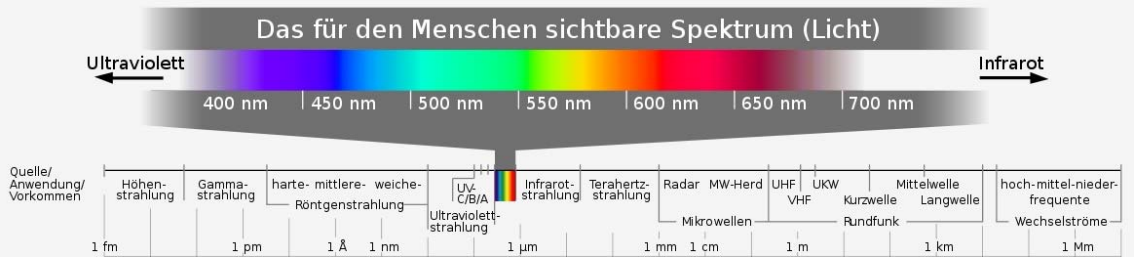


Abbildung 1. Absorptionsspektrum des Menschen (sichtbare Wellenlängen) innerhalb des elektromagnetischen Spektrums (Auszug aus „Electromagnetic wave spectrum" von Frank, Phrood, Anony; 2008. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons)

3.2 Farbe sehen – Die menschliche Farbwahrnehmung

Der menschliche Sehvorgang ist kein einstufiger Prozess, sondern muss als eine komplexe Kette menschlicher *Informationsverarbeitung* betrachtet werden. Farbensehen ist immer auch ein Sinneserlebnis. Was grundsätzlich benötigt wird, sind eine Lichtquelle, ein zu sehendes farbiges Objekt und ein menschlicher Beobachter. Alle drei Aspekte beeinflussen die Farbe und das, was vom Beobachter gesehen wird (Choudhury, 2014). Zusätzlich spielen Absorption und Remission von Farbreizen eine bedeutende Rolle. Ein weißes Blatt Papier sieht im Lampenlicht anders aus als bei Tageslicht. Aus diesem Grund wird in Abschnitt 5.2 auf den Unterschied zwischen Lichtfarben und Körperfarben eingegangen. Farbreize können direkt von einer Strahlungsquelle oder indirekt in unser Auge gelangen (Küppers, 1987). Wenn Licht beispielsweise auf die Oberfläche einer grünen Tasse trifft, werden kurz- und langwellige Bestandteile des Lichts absorbiert (Absorption). Nicht absorbierte grüne Farbreize, die reflektiert werden, erreichen das Auge (Remission). Erreichen diese Farbreize die Retina (Netzhaut), treffen sie dort bei sogenannten normalfarbsichtigen Menschen auf visuelle Fotorezeptoren (vgl. Abbildung 2). Mit der Funktion der zwei Arten der Fotorezeptoren und deren Zusammenhang mit Farbfehlsichtigkeiten beschäftigt sich der folgende Abschnitt.

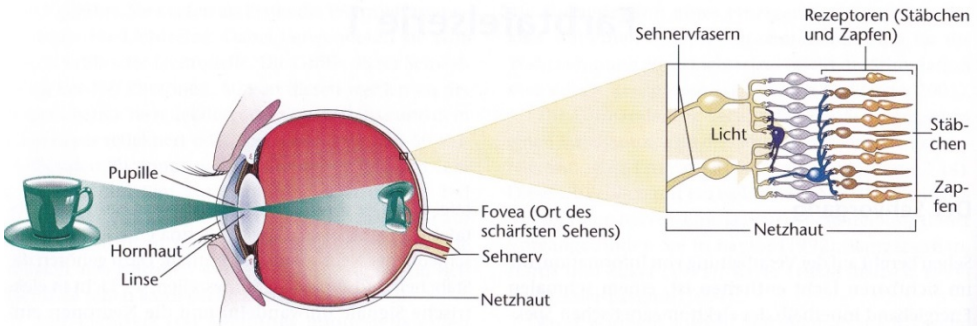


Abbildung 2. Vereinfachte Darstellung des Sehvorgangs (links) sowie ein vergrößerter Ausschnitt der Retina (rechts) mit Stäbchen und Zapfen (aus Goldstein, 2002; S. 52).

3.2.1 Die zwei Arten von Fotorezeptoren – Stäbchen und Zapfen

Das menschliche visuelle System unterscheidet grundlegend zwei Arten von visuellen Fotorezeptoren in der Retina des Auges. Die folgende Beschreibung folgt Carlson (2004), Goldstein (2002) sowie Backhaus, Kliegl und Werner (1998a):

- Die Zapfen sind für das Sehen bei großer und mittlerer Beleuchtung zuständig (photopisches Sehen). Sie sind in der Lage, feine Details aufzulösen und ermöglichen Menschen die Farbewahrnehmung. Bei normalsichtigen Menschen sind drei Typen von Zapfen für das trichromatische Farbensehen verantwortlich, die für unterschiedliche Lichtspektren sensitiv, d.h. empfänglich, sind. Jeder Zapfentyp absorbiert also spezifische Wellenlängen des Lichts auf dem Absorptionsspektrum. Dartnall, Bowmaker und Mollon (1983) fanden Zapfen, die unterschiedliche Empfindlichkeiten in Bezug auf die Wellen aufwiesen: kurzwellige (419 nm), mittelwellige (531 nm) und langwellige (558 nm) Zapfen (K-, M- und L- Zapfen[1]) (vgl. Abbildung 3)
- Die Stäbchen sind für das Sehen bei schwacher Beleuchtung zuständig. Sie haben eine geringe Auflösung für Details, sind jedoch für das Licht empfindlicher. Dadurch ermöglichen sie das Erkennen von Hell-Dunkel-Unterschieden.

Je nachdem welches Licht in der Umgebung herrscht, ermöglichen also entweder die Zapfen oder die Stäbchen dem Menschen das Sehen. Dies erklärt z. B. warum Details und Farben in der Dunkelheit verschwinden. Die unterschiedlichen Empfindlichkeiten der Stäbchen und Zapfen werden als Pukinje-Effekt (nach dem Physiologen Jan Purkinje) bezeichnet (Ansorge & Leder, 2011).

[1] Die verschiedenen Zapfentypen werden in der Literatur häufig als Blau-, Grün- und Rotzapfen bezeichnet. Aus heutiger Forschungssicht ist diese Bezeichnung jedoch irreführend, da die Zapfen z. B. ebenso für die Wellenlängen gelb-grün, grün und violett empfänglich sind (z. B. in Stockman & Sharpe, 2001).

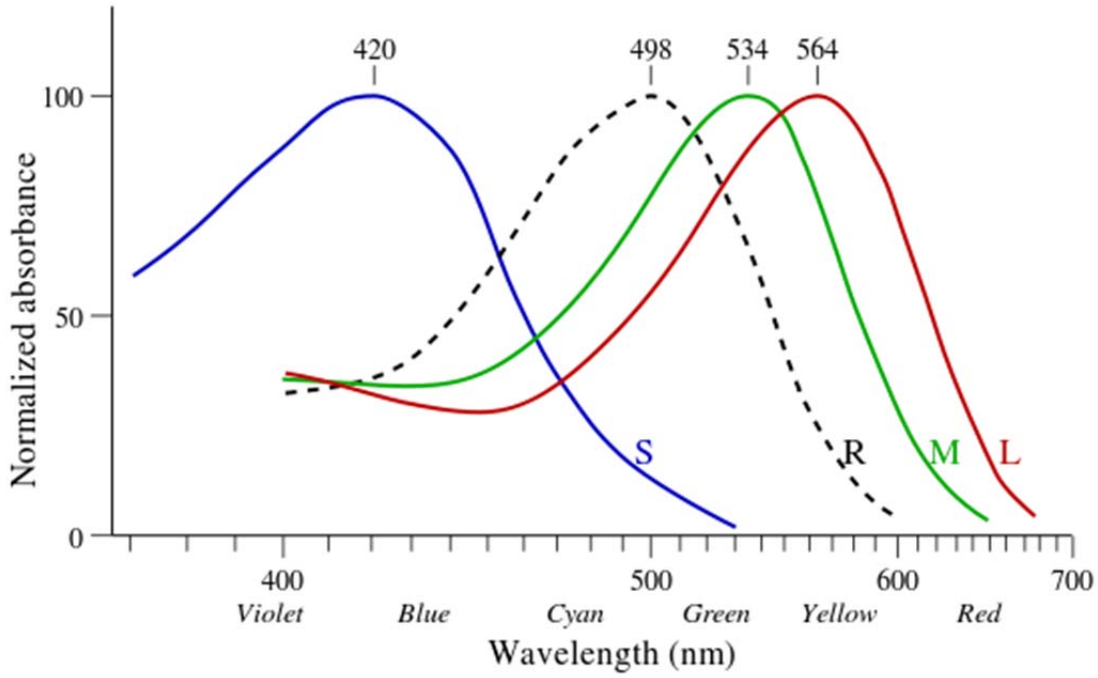


Abbildung 3. Absorptionskurven der Zäpfchen für kurzwelliges (S, blau) Licht, Licht mittlerer Wellenlänge (M, grün) und langwelliges (L, rot) Licht und der Stäbchen (R, schwarz gestrichelt; nach Bowmaker, Dartnall, 1980; S.505; überarbeitet über Wikimedia Commons).

Stark vereinfacht ausgedrückt, leiten die Fotorezeptoren über den Sehnerv die Farbinformation als physiologische Erregung über die Sehbahn in das Corpus geniculatum laterale, den primären visuellen Cortex und den extrastriären visuellen Cortex weiter. Dort entsteht gemeinsam mit anderen Informationen aus anderen Sinnen und dem Gedächtnis eine Farbempfindung (Backhaus, 1998; Goldstein, 2002). Die oben erwähnte Tasse wird dann als Tasse erkannt und sieht grün aus. Da Farbempfindungen bzw. das Farberlebnis immer innerhalb des Gehirns eines Beobachters entstehen, wird deutlich, warum die menschliche Farbwahrnehmung immer als etwas Subjektives und Relatives zu betrachten ist.

3.2.2 Farbfehlsichtigkeit

Farbfehlsichtigkeit oder Farbsinnstörungen[2] werden häufig als Farbenblindheit bezeichnet. Goldstein (2002) relativiert dies wie folgt: „Farbfehlsichtige Menschen (manchmal fälschlicherweise als farbenblind bezeichnet) sehen weniger Farben als Menschen mit normaler Farbwahrnehmung […]" (S. 695). Der Begriff der Farbenblindheit ist also streng genommen

[2] Farbsinnstörungen (H53.5) sind in der deutschen Version der Internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandten Gesundheitsprobleme ICD-10-GM der Weltgesundheitsorganisation bzw. des Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (2015) in Kapitel VII als Krankheiten des Auges und der Augenanhangsgebilde (H00-H59) verzeichnet.

nicht ganz zutreffend, da Farbfehlsichtigkeit nichts mit der Sehkraft zu tun hat und 99 Prozent der Farbfehlsichtigen durchaus Farben sehen können (Choudhury, 2014). Die Annahme, Farbfehlsichtige sähen nur Schwarz-Weiß, trifft für die meisten Farbfehlsichtigen nicht zu, denn der vollständige Verlust der Farbwahrnehmung, die sogenannte Achromatopsie, tritt nur sehr selten auf (Prävalenz von 1:100.000; Wissinger & Kohl, 2005). Farbfehlsichtige können je nach Art der Farbfehlsichtigkeit weniger Farbtöne sehen als Normalsichtige. Dennoch hat sich der Begriff Farbenblindheit im Großteil der Literatur durchgesetzt.

Farbfehlsichtigkeit hat häufig genetische Ursachen, obwohl sie ebenso z. B. aufgrund von Krankheiten, Alter oder anderen Umweltbedingungen auftreten kann (Karagol-Ayan, 2012). Ursachen für Farbfehlsichtigkeit können grundsätzlich an jeder Stelle des komplexen Sehvorgangs auftreten. Da Farbfehlsichtigkeiten x-chromosomal vererbt werden, sind meist Männer davon betroffen. Nach Wissinger & Kohl (2005) sind acht Prozent der männlichen Bevölkerung in Europa von einer angeborenen Rot-Grün-Farbfehlsichtigkeit betroffen. Die Prävalenz kann sich je nach Bevölkerung unterscheiden. Abbildung 4 zeigt Beispiele für Farbfehlsichtigkeit, die durch fehlende oder nicht-funktionierende Fotorezeptoren bedingt sind und das trichromatische Farbsehen beeinträchtigen. Diese werden im Folgenden kurz beschrieben nach Carlson (2004), Choudhury (2014), Goldstein (2002) sowie Wissinger und Kohl (2005). Darüber hinaus gibt es jedoch noch weitere Formen von Farbfehlsichtigkeit.

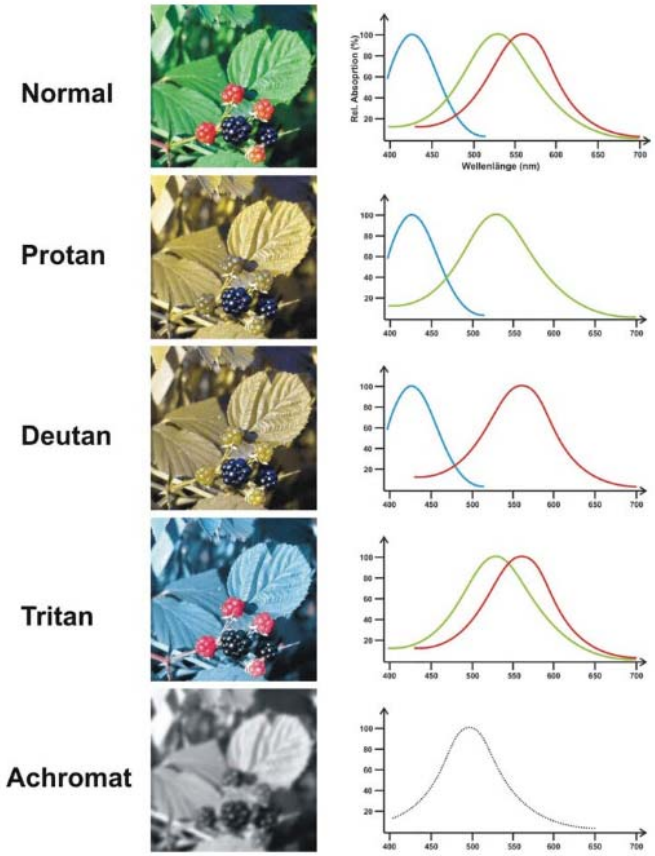


Abbildung 4. Simulation des Farb- und Seheindrucks bei Menschen mit verschiedenen Farbsehstörungen und Darstellung der Absorptionskurven der involvierten Zapfen. Die gestrichelte Kurve bei der Achromatopsie stellt das Absorptionsspektrum des Stäbchenpigments dar (aus Wissinger & Kohl, 2005, S. 29).

- Die Protanopie oder Rotblindheit betrifft etwa ein Prozent aller Männer und 0,02 Prozent aller Frauen. Kurzwelliges Licht wird als blau wahrgenommen; gesehen werden Farben bis hin zu einem völlig gesättigten Gelb.
- Deuteranopie oder Grünblindheit betrifft etwa ein Prozent aller Männer und 0,01 Prozent aller Frauen. Mittelwelliges Licht im grünen Farbbereich wird nicht wahrgenommen.
- Protanopie und Deuteranopie werden zusammenfassend als Rot-Grün-Farbfehlsichtigkeit oder Blauzapfenmonochromasie bezeichnet. Die Prävalenz liegt bei ca. 1:30.000.
- Tritanopie oder Blau-Gelb-Sehschwäche betrifft etwa 0,002 Prozent der Männer und 0,001 Prozent der Frauen. Kurze Wellenlängen werden nicht wahrgenommen, gesehen werden Farben von Rot bis Grün.
- Achromatopsie oder Stäbchenmonochromasie bezeichnet die komplette Farbenblindheit. Bei voller Ausprägung haben Achromaten keine Zapfenfunktion und können keine Farben sehen. Die Prävalenz liegt bei ca. 1:100.000.

Protanopie und Deuteranopie beeinträchtigen die Sehschärfe nicht. Bei Monochromasieformen wie Blauzapfenmonochromasie oder Stäbchenmonochromasie kommt es jedoch zu einer Verminderung der Sehstärke von zehn bis 20 Prozent der Normalsehschärfe. Achromaten sind zusätzlich extrem lichtempfindlich und zeigen häufig einen Nystagmus[3] (Wissinger & Kohl, 2005).

Karagol-Ayan (2012) beschreibt, dass Farbfehlsichtigkeit im Alltag häufig vernachlässigt wird, obwohl sie Einfluss auf die Bewältigung verschiedener visueller Aufgaben haben kann. Für die Diagnose von Farbfehlsichtigkeit liegen verschiedene Tests vor. In der vorliegenden Arbeit wurden die Probanden durch eine Auswahl von Farbkarten des Ishihara-Farbsehtests (1957) auf Farbfehlsichtigkeit geprüft.

Durch Farbfehlsichtigkeit können Probleme im alltäglichen Leben, aber auch in den Arbeitswelten auftreten. Farbfehlsichtigkeit kann bestimmte Arbeitstätigkeiten stark beeinträchtigen, z. B. in chemischen Laboren, oder sogar ein Ausschlusskriterium oder zumindest eine Einschränkung für eine Anstellung bei Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten sein wie sie z. B. Mitarbeiter eines U-Bahnverkehrsbetriebs (BOStrab, Bundesministerium der Justiz, 2007), Piloten und Fluglotsen sowie Angestellte des höheren Dienstes bei den Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben wie Feuerwehr und Polizei ausüben (z.B. in Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2010). Da Farbkodierung zunehmend genutzt wird, um die Sicherheit zu erhöhen, müssen Farbkonzepte Menschen mit Farbfehlsichtigkeit einbeziehen. Basiert die Darstellung sicherheitsrelevanter Informationen rein auf Farbkodierung, empfiehlt die International Organization for Standardization (im Folgenden *ISO*; 2015), nur die Farben Grün, Gelb und Rot zu nutzen. Ist mit farbenfehlsichtigen Nutzern zu rechnen, ist die alleinige Kodierung von sicherheitsrelevanten Informationen durch Farben nicht empfehlenswert. Um Verwechslungsgefahren und Verzögerungen von Handlungen zu vermeiden, sollten daher weitere gestalterische Elemente für Warnungen genutzt werden, z. B. Piktogramme oder blinkende Lichter.

Neben den physiologischen Aspekten der Farbwahrnehmung beeinflussen Farbkombinationen und -kontraste sowie Anordnungen von Farben die Farbwahrnehmung. Auf Kontraste und Erkenntnisse der Gestaltpsychologie im Zusammenhang mit Farben wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

[3] Nystagmus beschreibt das unwillkürliche, ruckartige Augenzittern des Augapfels bei Ruhestellung oder Bewegung des Auges (Häcker & Stapf, 2004).

3.2.3 Farbe und Kontrast

Nach Welsch und Liebmann (2012) handelt es sich bei Farbkontrasten ganz allgemein „um eine zumeist räumliche, seltener zeitliche, Nebeneinanderstellung unterschiedlich gefärbter Flächen oder Objekte, die beim Betrachter den Eindruck mehr oder minder starker Unterschiede bzw. Gegensätze hervorrufen sollen" (S. 36). Eine Farbe wird nie isoliert wahrgenommen. Benachbarte Farben, die gleichzeitig wahrgenommen werden, beeinflussen sich in ihrer Wirkung und Ausdruckskraft. Viele bekannte Farbforscher haben sich mit Farben und Kontrasten beschäftigt, unter anderem Goethe, Bezold, Chevreul, Hölzel (z. B. in Chevreul & Spanton, 1861; Goethe, 1810; Häberle, 1999; Itten, 1988). In der Farbenlehre werden sieben Farbkontraste unterschieden[4], die von Welsch und Liebmann (2012), Häberle (1999) und Itten (1988) wie folgt beschrieben werden:

1. Farbe-an-sich-Kontrast

   Dieser Kontrast wird als die einfachste und reinste Form eines Kontrasts betrachtet. Der Farbe-an-sich-Kontrast ergibt sich aus der Gegenüberstellung von mindestens drei klar voneinander abstehenden Farben, z. B. den primären Grundfarben Blau, Gelb und Rot nach Itten (1988). Daraus ergibt sich eine bunte, laute und entschiedene Farbwirkung, die insbesondere in der mittelalterlichen Buchmalerei Anklang fand.

2. Hell-Dunkel-Kontrast

   Der polare Hell-Dunkel-Kontrast zwischen Helligkeit und Dunkel, Licht und Finsternis bestimmt das menschliche Dasein und hat in der Natur grundlegende Bedeutung. Die Farben Schwarz und Weiß sind das stärkste Ausdrucksmittel für Hell-Dunkel-Kontraste. Der Hell-Dunkel-Kontrast kann mit Farbtönen unterschiedlicher Helligkeit erzeugt werden, z. B. mit Dunkel- und Hellgrün oder mit der Farbe Grau, die mit ihren helleren und dunkleren Nachbarfarben verschiedene Hell-Dunkel-Kontrastwirkungen ermöglicht. In der Kunst verleiht der Hell-Dunkel-Kontrast insbesondere Tusche- und Bleistiftzeichnungen sowie Kupferstichen und Holzradierungen ihre Wirkung.

3. Kalt-Warm-Kontrast

   Der Kalt-Warm-Kontrast beruht auf der Gegenüberstellung von kalten Farben wie Blau oder Grün und warmen Farben, z. B. Orange oder Rot. Mit dem Kalt-Warm-Kontrast lassen sich Empfindungen wie schattig-sonnig, beruhigend-erregend, luftig-erdig usw. vermitteln. Meteorologische Wetterkarten nutzen beispielsweise kalte

[4] Die Erklärungen der Farbkontraste beziehen sich in Literatur teilweise auf unterschiedliche Farbordnungen oder bestimmte Farbkreise. Je nach Zugang werden die Farbkontraste anhand unterschiedlicher Farben erklärt. An dieser Stelle werden vor allem die Erklärungen anhand der Farbkreise nach Itten (1988) und Goethe verwendet (Welsch & Liebmann, 2012).

Farben wie Blau oder Violett, um niedrige Temperaturen darzustellen. In der Kunst und der Gestaltung lassen sich durch diesen Kontrast perspektivische und plastische Wirkungen erzielen, etwa Betonungen von Form und Gestalt, aber auch die Wirkung von Nähe und Ferne. Der Kalt-Warm-Kontrast bezieht also Farbsymbolik in die Farbwirkung mit ein (vgl. Abschnitt 6) und verdeutlicht so den individuellen Einfluss der Farbwahrnehmung.

4. Komplementärkontrast

   Der Komplementärkontrast beruht auf der Verwendung von Komplementärfarben (Abschnitt 5.2.4). Itten (1988) beschreibt insbesondere das Komplementärpaar Rot-Grün, das einen möglichst starken Kontrast erzeugt. Dies ist einer der Gründe, warum für die ersten farbigen Lichter von Ampeln Rot und Grün genutzt wurden (Gnatz, 2014). In der Malerei wird der Komplementärkontrast genutzt, um starke Wirkungsbilder zu erzeugen, so verwendet z. B. Vincent van Gogh in seinem berühmten Bild Sternennacht den Komplementärkontrast Blau-Gelb.

5. Simultankontrast

   Der Simultankontrast bezeichnet das Phänomen, dass das menschliche Auge bei der Präsentation einer Farbe gleichzeitig, also simultan, nach deren Komplementärfarbe *verlangt*. Ist die Komplementärfarbe nicht vorhanden, wird diese also nicht simultan präsentiert, wird sie selbstständig durch das menschliche visuelle System erzeugt (Häberle, 1999; Itten, 1988). Benachbarte Farbflächen beeinflussen sich derart, dass Farbnuancen verändert erscheinen. Durch angrenzende hellere oder dunklere Farbtöne erscheinen Farben selbst leuchtender oder gedämpfter. Abbildung 5 zeigt Simultankontraste. Das graue Quadrat in der Mitte trägt immer denselben Farbton, erscheint jedoch je nach benachbarter Farbfläche heller oder dunkler. Die Erzeugung der Komplementärfarbe zeigt sich darin, dass die rote Fläche grünlich und die grüne Fläche rötlich getönt erscheinen.

Abbildung 5. Beispiele für Simultankontraste. Das graue Quadrat erscheint je nach benachbarter Farbfläche heller oder dunkler. Die rote Fläche erscheint grünlich und die grüne Fläche rötlich, wodurch die simultane Erzeugung der Komplementärfarbe durch das Auge deutlich wird.

6. Qualitätskontrast

   Der Qualitätskontrast bezeichnet den Gegensatz zwischen gesättigten, leuchtenden und stumpfen, getrübten Farben. Der Begriff Qualität bezieht sich also auf den Sättigungs- und Reinheitsgrad einer Farbe. Farben können auf verschiedene Arten gebrochen bzw. getrübt werden: mit der Farbe Weiß, der Farbe Schwarz oder durch Beimischung der Komplementärfarbe.

7. Quantitätskontrast

   Der Quantitätskontrast bezieht sich auf das Größenverhältnis von Farbflächen und wird deshalb ebenso Mengen- oder Proportionskontrast genannt. Goethe beschrieb, wie man anhand von Lichtwerten Flächenverhältnisse verschiedener Farben zu einem harmonischen Ausgleich führen kann. So soll etwa für die Farben Blau-Grün ein Flächenverhältnis von 8:6 verwendet werden, damit die beiden Farben gleichwertig erscheinen.

Die ISO (2015) empfiehlt aufgrund der Farbkontraste die Farbkombinationen von Warnungen und Schriftfarben. So wird z. B. für rote und grüne Warnungen die Farbe Weiß als Schriftfarbe empfohlen. Heller (2000) spricht diesem Kontrast jedoch keine gute Lesbarkeit zu. Als besonders günstig auf die Fernwirkung empfiehlt sie aufgrund des Hell-Dunkel-Kontrasts eine schwarze Schriftfarbe auf gelbem Grund. Bei längeren Texten können Farbkontraste mit der Farbe Gelb jedoch störend wirken. In diesem Zusammenhang muss beachtet werden, dass die Lesbarkeit einer Schrift und damit einer sicherheitsrelevanten Information nicht nur von der Farbe abhängt, sondern z. B. ebenso von der Schriftart oder -breite (Edworthy & Adams, 1995; Rogers, Lamson & Rousseau, 2000) oder von der Anordnung der Informationen. Ein Beispiel hierfür ist. die Anordnung der Lichter bei Verkehrsampeln (Heller, 2011). Dennoch müssen die Farbkontraste in die Nutzung von Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit einbezogen werden.

3.2.4 Gestaltgesetze – Gestalten beeinflussen die Farbwahrnehmung

Die Gestaltpsychologie geht in ihren historischen Ursprüngen auf Christian von Ehrenfels und auf das Jahr 1890 zurück (Metzger, Stadler & Crabus, 1986). Einer der bekanntesten Mitbegründer der Gestaltpsychologie, Max Wertheimer, beschreibt in einer Rede aus dem Jahr 1924 das Grundproblem der Gestalttheorie folgendermaßen:

> Es gibt Zusammenhänge, bei denen nicht, was im Ganzen geschieht, sich daraus herleitet, wie die einzelnen Stücke sind und sich zusammensetzen, sondern umgekehrt, wo – im prägnanten Fall – sich das, was an einem Teil dieses Ganzen geschieht, bestimmt von inneren Strukturgesetzen dieses seines Ganzen. (Wertheimer, 1985; o.S.)

Was Wertheimer etwas kompliziert ausdrückte, besagt vereinfacht, dass das Ergebnis der menschlichen Wahrnehmung durch Strukturen und Ordnungen beeinflusst wird, die sich aus einzelnen Teilen zusammensetzen bzw. durch diese Teile beeinflusst werden. Die Gestaltpsychologie nennt diese abstrakt ausgedrückt *Gestalten*. Die Wahrnehmung von visuellen Reizmustern wie Farben wird durch (prä-)kognitive und automatische Organisationsprozesse beeinflusst. Die Gestaltpsychologen formulierten eine Reihe von Regeln durch die die Wahrnehmung visueller Reize beschrieben werden kann. Diese sind heute als Gestaltgesetze bekannt. Im Folgenden wird eine Auswahl der Gestaltgesetze vorgestellt, die für die vorliegende Arbeit relevant sind (Goldstein, 2002; Katz, 1969):

- Das Gestaltgesetz der *Ähnlichkeit* beschreibt, dass ähnlich erscheinende Objekte einer zusammengehörenden Gruppe zugeordnet werden. Ähnlichkeit kann aufgrund von Farbtönen, Orientierung, Helligkeit, Form oder Größe entstehen. Dieses Prinzip nutzt z. B. der Ishihara-Farbsehtest (Ishihara, 1957).
- Das Gestaltgesetz der *Nähe* beschreibt, dass Objekte, die nah aneinander liegen, als zusammengehörende Gruppe betrachtet werden.
- Das *Gestaltgesetz der Erfahrung* beschreibt, dass die individuelle Erfahrung Eindrücke modelliert. So kann die Auffassung eines Objektes anhängig von der absoluten Lage des Objektes oder der Orientierung im Raum beeinflusst werden; auch äußere Bedingungen aus Erfahrungen bedingen also die Objektwahrnehmung (Katz, 1969). Beispielsweise fällt es schwerer Buchstaben, die um 90 Grad gedreht sind zu erkennen, da aus Erfahrung mit Buchstaben eine bestimmte Orientierung verbunden wird.
- Die *Figur-Grund-Trennung* ermöglicht bei der Wahrnehmung, dass sich Figuren, Gegenstände oder Objekte vom Hintergrund abheben. Die Gestaltpsychologen sahen darin eine Grundlage der Objektwahrnehmung. Die Figur-Grund-Trennung wird durch die Verwendung von Farben beeinflusst, z. B. durch Kontraste, die den Effekt verstärken können (Frieling, 1984). Zusätzlich wird die Figur-Grund-Trennung durch die

Wahrnehmung von Formen beeinflusst (Bürgel & Neumann, 2001; Chen, Tanaka, Matsuyoshi & Watanabe, 2015). Bei einer hohen Figur-Grund Trennung durch Farben kann die Salienz (Auffälligkeit) einer Information erhöht werden, sodass die Aufmerksamkeit schneller auf einen Reiz ausgerichtet wird, etwa durch Mattierung unwichtiger Information.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Farbwahrnehmung ein Sinneserlebnis und mehr als *bloßes* Sehen ist. Farbensehen wird immer durch Erfahrungen, d. h. durch Gedächtnisinhalte und Erwartungen, aber auch von den Reaktionen auf Farben beeinflusst. Die Farbwahrnehmung ist also durch unser Denken geprägt und daher vielschichtig und sehr individuell (Rodeck et al., 1998). Bevor die Farben im Zusammenhang mit Farbbenennungen und Sprache sowie in Bezug auf Eigenschaften von Farben, Funktionen und Wirkungen beschrieben werden, werden im folgenden Kapitel Farbsysteme als Möglichkeit der Farbmessung und Farbnormierung für den Anwendungskontext vorgestellt. Sollen Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit genutzt werden, müssen sie messbar und abbildbar gemacht werden. Farbsysteme sind dafür ein Hilfsmittel.

4. Farbsysteme – alle Farben in (k)einer Farbordnung?

> Alle Farbsysteme stellen im Wesentlichen [*sic*] den letztendlichen Versuch dar, die bunte Freiheit der Farben in einen geometrischen Käfig einzusperren […]. (Stromer, Silvestrini & Fischer, 2005, S. 9)

Farbsysteme, die meist geometrische Figuren zur Darstellung von Farbordnungen nutzen, gibt es bereits seit der Antike, und sie sind mannigfaltig in ihren Ausführungen und ihrer Herkunft (Übersicht in Stromer et al., 2005). Farben eines Farbsystems werden meist als Farbraum dargestellt, in dem Reihen von Farbtafeln sichtbar gemacht und nach festgelegten Kriterien geordnet werden. Die Kriterien und die Art der Farbmessung variieren jedoch stark. Der Variabilität der Kriterien lässt sich durch verschiedene Forschungsperspektiven und Anwendungskontexte der Farbsysteme erklären. Überdauernde Diskurse zu Farbsystemen, wie etwa die Frage nach den einbezogenen Grund- oder Primärfarben oder Diskurse zwischen Forschern wie Newton (1717) und Goethe (1810), zeigen immer wieder die Komplexität des Themas Farbe auf. Von dem *einen* verbindlichen Farbsystem kann nach dem heutigen Stand sicherlich nicht gesprochen werden. Vielmehr haben sich die an die Bedürfnisse der Nutzer am besten angepassten Farbordnungen in unterschiedlichen Forschungs- und Anwendungskontexten bewährt. Besonders häufig genutzte Farbsysteme sind z. B. der Farbbaum nach Munsell (1915), das Natural Color System (NCS oder der Standard des Skandinavischen Far-

binstituts; ca. 1950er Jahre), das Farbsystem des Deutschen Instituts für Normung (DIN; ca. 1950er Jahre) und das Normfarbsystem der Commission Internationale d'Eclairage (Internationale Beleuchtungskommission, kurz CIE; 1931) bzw. deren Weiterentwicklungen (z. B. in Heimendahl, 1974; Schanda, 2007; Stromer et al., 2005; Taft, 1997). In der vorliegenden Arbeit werden normierte Farben aus dem sogenannten RAL-Farbsystem genutzt (Die Erläuterung des RAL-Farbsystems befindet sich in Abschnitt 9.4. Da diese auf einer Erweiterung des CIE Normfarbsystem basieren, dem sogenannte CIEL*a*b-Normfarbsystem, werden im Folgenden die Colorimetrie, d. h. die Farbmessung, und das CIE-Normfarbsystem bzw. dessen Weiterentwicklungen CIEL*a*b* vorgestellt.

4.1 Colorimetrie – Messung der menschlichen Farbwahrnehmung

Colorimetrie ist der Teil der Wissenschaften und Techniken, der sich mit der Messung von Farben aus der Sicht der menschlichen Farbwahrnehmung beschäftigt (Choudhury, 2014; Schanda, 2007; Wyszecki & Stiles, 2000). Obwohl die Colorimetrie keinen klassischen Bereich der Psychologie darstellt, stellt sich hier, eben wie so häufig in der Psychologie oder anderen Forschungsbereichen, die Frage nach der *Messbarkeit*. Üblicherweise werden für Farbmessungen Experimente zu Farbvergleichen genutzt (engl. color matching; Burnham et al., 1963; Newhall, Burnham & Clark, 1957; Wyszecki & Stiles, 2000). Nach Wyszecki und Stiles (2000) werden bei Farbmessungen Farben aus physikalischen Farbreizen ins Numerische abgebildet, sodass

- definierte Farbreize, die durch verschiedene Beobachter mit normaler Farbsichtigkeit unter denselben Sehbedingungen wahrgenommen werden, als gleich wahrgenommen werden (engl. Color Matches),
- Farbreize, die gleich aussehen, die gleiche numerische Spezifizierung erhalten,
- die spezifizierten Zahlen kontinuierliche Funktionen der physikalischen Parameter der spektralen Strahlungsverteilung umfassen.

Die Messung der menschlichen Farbwahrnehmung bzw. deren Spezifizierung stellt heute also eine eher mathematische Angelegenheit dar (Gage, 1999). Dennoch lassen sich durch die Colorimetrie nur physikalische Farbreize quantifizieren, nicht jedoch die Farben an sich.

4.2 Vom CIE-Normfarbsystem zu CIEL*a*b* und RAL

Das CIE-Normfarbsystem oder Farbvalenzsystem[5] genannt, beansprucht eine gewisse Verbindlichkeit, da es Farbempfindungen auf naturwissenschaftlicher Basis farbreizmetrische

[5] Teilweise wird in der Literatur das Farbvalenzsystem auch als Standard-Valenz-System oder CIE-Normvalenzsystem bezeichnet.

Zahlen zuordnet (Heimendahl, 1974; Wyszecki & Stiles, 2000). Das CIE-Normfarbsystem beruht auf der bis heute anerkannten Drei-Farben-Theorie nach Young und Helmholtz aus dem 19. Jahrhundert (Welsch und Liebmann, 2012). Die Normfarbtafel der CIE liegt seit 1931 vor. Seitdem wurde sie von mehreren Anwendern und Forschern weiterentwickelt bzw. erweitert, z. B. beschreiben Stromer et al. (2005) das CIE nach MacAdam sowie das CIE nach Stiles. Bis heute ist das CIE-Normfarbsystem eines der am meistverwendeten wahrnehmungsbezogenen Farbsysteme, beispielsweise kommt es in der Industrie zum Einsatz (Schanda, 2007).

In seinem Buch *Colorimetry* beschreibt Schanda (2007) die Farbmessungen zur Erstellung des CIE und die dabei zu bewältigenden Probleme, die z. B. aufgrund der genutzten Lichtquellen entstehen. Als Ausgangspunkt für die Farbmessungen wurden ebenfalls Experimente zu Farbvergleichen herangezogen. Die Beobachter hatten die Aufgabe, anhand einer additiven Farbmischung der drei Primärfarben des CIE-Farbsystems Rot, Grün und Blau (vgl. Abschnitt 5.2.1 zu Lichtfarben), eine vorgegebene Farbe an einer entsprechenden Apparatur nachzustellen. Aus diesem Grund spricht man von dem Dreifarbenwert (engl. Tristimulus Value), der sich aus den einzelnen Werten der Farben ergibt (X für Rot, Y für Grün und Z für Blau). Durch ein solches Zahlentripel lässt sich jede Farbe abbilden, wobei Farbe hier als Wellenlänge zu verstehen ist. Aus den gemessenen Dreifarbenwerten (X, Y, Z) wurden Durchschnittswerte ($\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{z}$) gebildet und einem theoretischen Normbeobachter zugeordnet. Aus den Durchschnittswerten wurden dann drei Spektralwertkurven (engl. Color Matching Functions) berechnet, die in Abhängigkeit von der Wellenlänge dargestellt werden (eine detaillierte Beschreibung des CIE-Normfarbsystem befindet sich in Schanda, 2007). Abbildung 6 zeigt Spektralwertkurven von 1931[6].

[6] Die Werte des CIE von 1931 gelten für einen Normbeobachter mit 2°-Sichtfeld unter einer durchschnittlichen Tagesbeleuchtung. In dem CIE von 1964 wurden die Werte für einen Normbeobachter mit 10°-Sichtfeld angepasst.

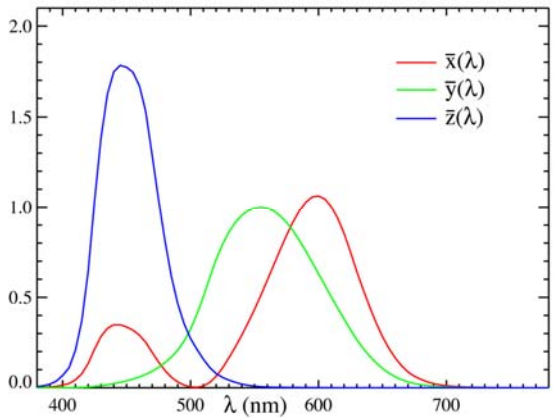


Abbildung 6. Spektralwertkurven des CIE von 1931 in Abhängigkeit der Wellenlängen und der Werte ($\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{z}$) in Nanometer (Lizenziert unter CC CC0 1.0 über Wikimedia Commons).

Durch Umformung der drei gemessenen Werte in ein zweidimensionales Koordinatensystem ergibt sich der Tristimulusfarbraum (vgl. Abbildung 7). Seine Form wird unter anderem mit einem kippenden Zuckerhut oder einer Zunge verglichen. Die Werte innerhalb des Dreiecks innerhalb des kippenden Zuckerhutes lassen sich durch eine einfache additive Mischung von zwei Primärfarben erreichen. Die Werte außerhalb des Dreiecks lassen sich nur durch eine additive Mischung von zwei Primärfarben erreichen, der die dritte Primärfarbe hinzugefügt wird. Der zentrale Bezugspunkt im Tristimulusfarbraum wird durch den sogenannten theoretischen Weißpunkt E gekennzeichnet. Dort werden die drei Primärfarben je zu einem Drittel repräsentiert.

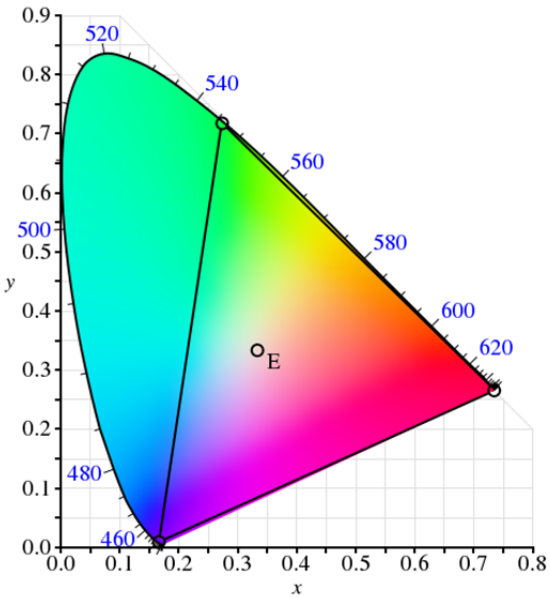


Abbildung 7. Zweidimensionales chromatisches CIE-Diagramm im RGB-Farbraum mit dem Weißpunkt E (Lizenziert über Wikimedia Commons).

Das 1931 erstellte und 1964 weiterentwickelte CIE-Normfarbsystem wird noch heute, trotz einiger Anpassungen, als objektiver Weg der Farbbestimmung betrachtet. Dennoch birgt es einige Nachteile und Kritikpunkte, z. B. die Frage der Messgenauigkeit der Daten von 1931 bzw. 1964, die nicht dem heutigen Mess-Standard entsprechen. In Bezug auf den kippenden Zuckerhut kritisierten Praktiker, dass es nicht nur auf Farbmessungen, sondern ebenso auf die Bestimmung relativer Farbunterschiede ankomme. Der kippende Zuckerhut bietet jedoch keine Möglichkeit, Farbunterschiede einfach als geometrische Entfernungen zu bestimmen (Stromer et al., 2005). Seit 1976 empfiehlt die CIE die CIEL*a*b*-Metrik für nicht-selbstleuchtende Objekte oder Bildschirme zur Bestimmung von Farbunterschieden durch euklidische Abstände (International Commission on Illumination, 2000-2015). Die Dreifarbenwerte (X, Y, Z) werden in drei Größen der Helligkeitsachse L*, der Rot-/Grün-Achse a* und der Gelb-/Blau-Achse b*, kurz L*a*b* überführt, sodass ein gleichabständiger Farbraum entsteht (Welsch & Liebmann, 2012). Die Verwendung von CIEL*a*b* wird zusätzlich in der Norm ISO 11664-4:2008 (CIE S 014-4/E:2007) der ISO (2008) festgehalten. Die in dieser Arbeit betrachteten Farben nach dem RAL-Farbsystem (vgl. Abschnitt XY 9.6) eignen sich für Bildschirme, da die betrachteten Farben in den geräteunabhängigen CIEL*a*b*-Farbwerten angegeben werden. Aus diesem Grund ist eine normierte Umrechnung der RAL-Farbwerte in das RGB-System möglich. Zusätzlich kann das RAL-Farbsystem in allen Kontexten sinnvoll eingesetzt werden, in denen es um Signalwirkung von Farben geht (Küppers, 1987).

Farbsysteme stellen ein wichtiges Hilfsmittel für die Anwendung und Erforschung von Farben dar. Zu den bestehenden Farbsystemen kommen bis heute immer wieder neue Farbsysteme hinzu. Viele Urheber von Farbsystemen woll(t)en das *eine endgültige* Farbsystem entwickeln und verloren dabei aus den Augen, dass Farben aus psychologischer Sicht immer in einem Wahrnehmungskontext gesehen werden müssen. Bei normalsichtigen und farbfehlsichtigen Menschen ist die menschliche Farbwahrnehmung, wie bereits erwähnt, immer individuell geprägt. So schreiben Backhaus, Kliegl und Werner (1998b): "Ultimately, we can never be sure that two human have the same color experience, even if they identify the same stimulus using the same words" (S. xiv). Der Zusammenhang zwischen Farbnamen, Sprache und Denken wird im nächsten Kapitel beschrieben.

5. Jetzt wird es bunt – Beschreibungen von Farben

5.1 Color Naming – Farbnamen, Sprache und Denken können nicht getrennt betrachtet werden

Durch Farbbenennungen wird einer Farbe, die in der Umwelt wahrgenommen wird, ein Farbname zugeordnet, z. B. Rot oder Blau. Die Forschung zu Farbbenennung geht zurück bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts (Dedrick, 1998), und heute beschäftigen sich nicht nur Linguisten, sondern z. B. auch Anthropologen und Psychologen mit diesem Feld. Farbbenennungen sind nicht von Denken, Sprache und Kultur zu trennen. Ein Gros der aktuellen internationalen Forschung zu Farbbenennungen bzw. Farbkategorien (engl. Color Naming oder Color Categorization) beschäftigt sich mit der Frage, ob Farbbenennungen eher aus einer sprachlichen Relativität einer Kultur entstehen oder aufgrund einer in allen Sprachen universell bestehenden Terminologie (sog. *Sprachuniversalien*) gebildet und genutzt werden (z. B. in Biggam, Hough, Kay & Simmons, 2011; Dedrick, 1998; Taft, 1997; Wierzbicka, 1990). Beide Perspektiven werden als gegensätzliche Pole betrachtet, wenn es z. B. in der Kognitionspsychologie um den Zusammenhang zwischen Sprache und Farbwahrnehmung geht (Regier & Kay, 2009). Verglichen werden kann diese Diskussion mit der sog. *Nature-Nurture*-Debatte in der Psychologie (z. B. in Wierzbicka, 1990).

Die relativistische Perspektive nimmt die Position ein, dass semantische Farbkategorien durch die jeweilige Muttersprache gebildet werden und dass Farbbenennungen sich deshalb zwischen verschiedenen Sprachen eher unterscheiden. Diese Position wird gestützt, durch die sogenannte *Saphir-Whorf-Hypothese*. Vereinfacht dargestellt, besagt diese dass Denken durch die Grammatik und den Wortschatz der jeweiligen Muttersprache beeinflusst wird (z. Whorf & Carroll, 1956). Brown und Lenneberg (1954) versuchten anhand der Saphir-Whorf-Hypothese nachzuweisen, dass die Wiederkennung einer Farbe mit lexikalischen Unterschieden (Kodabilität) einer Sprache korreliert. Trotz zahlreicher Kritik an dieser Untersuchung (z. B. in Lehmann, 1998), scheint die Ausbildung eines Farblexikons einer Sprache grundsätzlich Einfluss auf das Farberkennen zu haben. Untersuchungen mit Kleinkindern zeigen aber, dass die Farbwahrnehmung nicht von der Kenntnis eines Farbwortes beeinflusst wird (Franklin, Clifford, Williamson & Davies, 2005).

Die Position zu der universell bestehenden Terminologie postuliert, dass es ein universell gültiges, kulturell übergreifendes Repertoire an Denken und Wahrnehmung gibt, das den Sprachen der Welt Ausdruck verleiht (Regier & Kay, 2009; Taft, 1997). In diesem Zusammenhang muss eine der bekanntesten Untersuchung zur Farbbenennung nach Berlin und Kay (1969) erwähnt werden, die unter dem Namen *Basic Color Terms* bekannt geworden

ist. In ihrer Ausgangsstudie zeigten Berlin und Kay, dass einzelne Sprachen zwar unterschiedliches Farbvokabular für in der Untersuchung gezeigte Farbplättchen des Munsell-Farbatlases[7] verwendeten, sich dieses Farbvokabular jedoch universell in elf grundlegende Farbkategorien Schwarz, Weiß, Rot, Grün, Gelb, Blau, Braun, Lila, Rosa, Orange und Grau in Abhängigkeit von sieben Entwicklungsstufen zuordnen lässt. Die Studie von Berlin & Kay wurde in den letzten Jahrzehnten von den Autoren selbst überarbeitet und auf weitere Sprachen und Farbwörter erweitert, z. B. in Biggam (2012), Hardin (2005), P. Kay (2005), Schirillo (2001) oder Zimmer (1982). Zusätzlich werden aber immer wieder Gegenargumente aus der relativistischen Perspektive vorgestellt (Lucy, 1992; Saunders & van Brakel, 2002; Taft, 1997; Wierzbicka, 1990).

Die Diskussion zu sprachlicher Relativität und Sprachuniversalien dauert bis heute an und wird wohl nie zu einer ganz eindeutigen, einfachen Antwort führen. Dennoch scheint es eine Annäherung der beiden Positionen zu geben, so diskutieren z. B. Regier und Kay (2009) aus einer universellen Perspektive: *Language, thought, and color: Whorf was half right*.

Farbbenennungen stellen einen wichtigen Bestandteil im Grundwortschatz von Sprachen dar (Welsch & Liebmann, 2012) und müssen deshalb als Informationsträger betrachtet werden. Dabei wird jedoch klar, dass das limitierte Vokabular der Sprachen sicherlich nicht ausreichend ist, um beliebig kleine Wahrnehmungsabstufungen im Farbspektrum abzubilden. Küppers (1987) bezeichnet dies als die Unzulänglichkeit der Sprache, einen ganz bestimmten Farbeindruck zu benennen. Farbwahrnehmung und der zugehörige Sprachgebrauch ist zudem keine statische Größe, sondern muss im Anwendungskontext die Eindeutigkeit und die Funktion der Farbwirkung bzw. Farbwörter hinterfragen und die Erfahrung von Nutzern einbeziehen (Witzel, 2011). Die Einbeziehung der differenzierten Farbbenennungen aus linguistischer, kultureller und psychologischer Sicht liefert Hinweise auf Konnotationen.

5.2 Körperfarben und Lichtfarben

Für die Beschreibung von Farben werden je nach Farbsystem unterschiedliche Benennungen herangezogen. Eine weitere Schwierigkeit, den Begriff Farbe zu präzisieren, zeigt sich in der Unterscheidung der Hauptkategorien Körperfarben und Lichtfarben (z. B. in Welsch & Liebmann, 2012). Küppers (1987) definiert die beiden Begriffe folgendermaßen:

> Die Lichtfarbe ist das farbige Aussehen der Emission einer Lichtquelle. Sie kommt zusammen durch die unterschiedliche spektrale Zusammensetzung des Lichts. […]

[7] Das Farbordnungssystem des Malers Henry Albert Munsell gehört zu einem der meistverbreiteten und genutzten Farbsystemen. Das System, der sogenannte Color Tree, wurde so konstruiert, dass zwischen jeder Farbe und jeder Nachbarfarbe die Abstände gleich groß empfunden werden. Munsell verwendet für die Parameter Farbton, Sättigung und Helligkeit (Stromer et al., 2005). Ebenso nutzten Brown und Lenneberg (1954) die Farbplättchen nach Munsell.

> Als Körperfarbe bezeichnet man das farbige Aussehen von Materie, von Material. Körperfarbe ist die Eigenschaft von Stoffen, bei bestimmter Beleuchtung eine entsprechende «Farbe» zu zeigen […]. (S. 17)

Ob die Kategorie Licht- oder Körperfarbe für die Beschreibung oder Herstellung einer Farbe herangezogen wird, hängt stark vom Kontext und dem genutzten Farbsystem ab. So beziehen sich etwa Forscher der physikalischen Colorimetrie eher auf Lichtfarben, Praktiker der Druckindustrie eher auf Körperfarben. Beide Kategorien ermöglichen durch Mischung sogenannter Primärfarben die Herstellung von Farben. Primärfarben bzw. Grundfarben von Farbsystemen stellen seit mehreren hundert Jahren einen Diskussionspunkt für Farbforscher dar (MacEvoy, 2005). Im folgenden Abschnitt werden zusammenfassend neben den Primärfarben ebenso die zugehörigen additiven Farbmischungen der Lichtfarben und die subtraktiven Farbmischungen der Körperfarben vorgestellt. Eine detaillierte Beschreibung und Diskussion, beispielsweise hinsichtlich der unklaren Trennung der additiven und subtraktiven Farbmischung, findet sich z. B. in Choudhury (2014) oder bei Welsch und Liebmann (2012).

5.2.1 Lichtfarben und die additive Farbmischung

Die additive Farbmischung von Lichtfarben beruht auf der Drei-Farben-Theorie nach Young und Helmholtz aus dem 19. Jahrhundert. Young und Helmholtz zeigten, dass durch Überlagerung der primären Lichtfarben Rot, Grün und Blau jede andere Farbe gemischt bzw. durch den Menschen wahrgenommen werden kann. Dies wird als additive Farbmischung bezeichnet (Welsch & Liebmann, 2012). Auch wenn die Drei-Farben-Theorie nicht alle Phänomene des Farbesehens erklären konnte, ist die Theorie bis heute anerkannt. Auf der Drei-Farben-Theorie beruht z. B. das CIE-Farbnormsystem das die Primärfarben Rot, Grün und Blau zur Herstellung der Dreifarbenwerte nutzt (vgl. Abschnitt 4.2). Die additive Farbmischung wird durch das trichromatischen Farbsystems des Menschen durch die drei Zapfentypen, die für unterschiedliche Wellenlängen des Lichts empfindlich sind, ermöglicht (vgl. Abschnitt 3.2.1). Die wahrgenommene Farbe ist also abhängig von den Erregungsstärken der drei Zapfentypen. Werden beispielsweise alle Primärfarben überlagert, wird die Farbempfindung Weiß hervorgerufen. Die additive Farbmischung von farbigem Licht findet eine technische Anwendung z. B. auf Computer- und Fernsehbildschirmen.

5.2.2 Körperfarben und die subtraktive Farbmischung

Die subtraktive Farbmischung beruht auf der physikalischen Überlagerung von sogenannten Körperfarben (Welsch & Liebmann, 2012). Dies bedeutet, dass die Körperfarben auf der Oberfläche eines Materials oder eines Gegenstandes gemischt werden, z. B. bei der Mischung von flüssigen Farben auf einer Leinwand. Auftreffendes Licht wird durch die vorhan-

denen Farben auf der Oberfläche absorbiert (Gekeler, 2000). Das reflektierte Licht wird dann in Form von Lichtfarben und nach dem Prinzip der additiven Farbmischung wahrgenommen. Wenn Oberflächen Licht ausgesetzt werden, werden sie so als farbig wahrgenommen. Sind keine gemischten Primärfarben auf einer Oberfläche vorhanden und das gesamte Licht wird reflektiert, erscheint die Oberfläche weiß. Je mehr Primärfarben auf der Oberfläche gemischt werden, desto dunkler wird die Farbe wahrgenommen (vgl. Abschnitt 5.1). Wird das gesamte Licht absorbiert, erscheint die Oberfläche schwarz. In den meisten Anwendungskontexten haben sich als primäre Körperfarben die Farben Gelb, Magenta und Cyan durchgesetzt (Choudhury, 2014). Werden zwei dieser primären Köperfarben zusammengebracht, entsteht eine Sekundärfarbe. Als mittlere Farbmischungen ergibt sich z. B. aus den Primärfarben Cyan und Gelb die Farbe Grün. Alle Sekundärfarben entstehen durch unterschiedliche Anteile von je zwei Primärfarben. Durch Zusammentreffen aller drei Primärfarben entstehen als Mischungen Tertiärfarben; diese umfassen vor allem den Bereich der Braunfarben (Gekeler, 2000). Die subtraktive Farbmischung findet z. B. Anwendung in der Malerei, bei der Entwicklung von Fotofilmen oder auf Farbausdrucken.

5.2.3 Bunte und unbunte Farben

Unter Farben versteht man zunächst solche, die einen Farbton besitzen (chromatische Farben). Schwarz und Weiß sind jedoch eigenständige und gleichwertige Farben. Als unbunte oder achromatische Farben, werden alle Farbtöne bezeichnet, die eine Empfindung eines Weiß- oder Schwarztons vermitteln, sowie alle dazwischenliegenden Grautöne (Welsch & Liebmann, 2012). Nach Gekeler (2000) haben die Farben Weiß und Schwarz den Rang von Primärfarben. Das Entstehen der Farben Weiß und Schwarz wurde weiter oben im Zusammenhang mit additiver und subtraktiver Farbmischung beschrieben.

5.2.4 Komplementärfarben

Als Komplementärfarben bezeichnet man ein Farbpaar aus zwei Körperfarben, die zusammengemischt einen neutralen Grauton ergeben (Itten, 1988). Bei Lichtfarben bezeichnet man ein Farbpaar als komplementär, wenn die beiden Lichtfarben gemischt weißes Licht ergeben. Komplementärfarben steigern sich zu höchster Leuchtkraft und verstärken sich gegenseitig. Durch Komplementärfarben lassen sich auch Farbharmonien herstellen (Green-Armytage, 2006). Welche zwei Farben als Komplementärfarben betrachtet werden, hängt von dem gewählten Farbsystem ab. Für jede Farbe gibt es immer nur eine Komplementärfarbe. Beispiele für komplementäre Farbpaare sind z. B. Rot-Grün, Blau-Orange oder Gelb-Violett (Itten, 1988) oder Rot-Grün und Blau-Gelb nach der Gegenfarbentheorie nach Hering

(Welsch & Liebmann, 2012). Rot und Grün wurden beispielsweise wegen ihrer Wirkung als Komplementär- und Signalfarben bei den ersten Ampeln verwendet (Gnatz, 2014).

5.3 Die drei Eigenschaften zur Beschreibung von Farben – Farbton, Helligkeit und Sättigung

Um Farben zu beschreiben, können Begriffe oder Farbnamen wie Grün oder Blau oder Kombinationen dieser Begriffe genutzt werden. Zur Beschreibung von Körperfarben werden üblicherweise drei psychologische Eigenschaften herangezogen, die auf Munsell und auf das Jahr 1905 zurückgehen (Choudhury, 2014): Farbton, Helligkeit und Sättigung (engl. Hue, Lightness und Chromaticity[8]). Der Farbton oder Buntton ist die Bezeichnung für die Zugehörigkeit zu einer Farbgruppe; Beispiele hierfür sind die Farbtöne Grün und Blau (Gerritsen, 1988). Der Farbton ist zusätzlich die auffälligste Eigenschaft einer Farbe. Die Helligkeit (auch: Luminanz) bezeichnet, wie hell oder dunkel eine Farbe (gemischt) ist. Die Helligkeit wird in Abhängigkeit von Helligkeitsstufen zwischen den Farben Weiß und Schwarz beschrieben und deutet an, wie viel Licht von einer Oberfläche reflektiert wird. Zahlreiche Untersuchungen der letzten 20 Jahre zeigen, dass die Unterscheidung von Flächen gleicher Helligkeit (*Isoluminanz*) für das menschliche visuelle System eine relativ schwierige Aufgabe darstellt (Welsch & Liebmann, 2012). Der Begriff *Helligkeit* wird im Zusammenhang mit Lichtquellen genutzt (im Englischen eher *Brightness*). Zum Begriff Sättigung hat es über die Jahre hinweg erhebliche Diskussionen gegeben (Choudhury, 2014). *Sättigung* beschreibt die Farbstärke einer Farbe und stellt damit den Anteil eines Farbtons im Verhältnis zu einer Farbe ohne Farbton bei gleicher Helligkeit dar (Gerritsen, 1988). Bei geringer Sättigung spricht man von einem Ergrauen der Farbe. Bei der farblichen Gestaltung der Ausgänge der Methode Kartenausschnitte wurde die Transparenz der Farbe der Ausgänge auf zehn Prozent eingestellt (vgl. Abschnitt 10.4.2). Dadurch wurden die Formen und Strukturen der Ausgänge weniger stark überdeckt. Diese Veränderung führt dazu, dass die verwendeten Farben heller erscheinen, dennoch ließen sich die Farbtöne im Sinne des Farbe-an-sich-Kontrasts unterscheiden.

[8] In Teilen der Literatur haben sich die englischen Bezeichnungen *Hue*, *Luminance oder Lightness* und *Saturation*, kurz HLS oder HSL, durchgesetzt, z. B. in Stromer et al. (2005) und in Welsch und Liebmann (2012). Zusätzlich wird anstatt des Begriffes *Chromaticity* ferner der Begriff *Chromaticness* zur Beschreibung von Farben verwendet, z. B. in Taft (1997).

6. Funktionen und Wirkungen von Farben

Farben haben verschiedene Funktionen und lösen unterschiedliche Wirkungen aus. Die *richtige* Farbgebung kann in verschiedenen Arbeits- und Lebensbedingungen Menschen in soziotechnischen Systemen unterstützen, um Sicherheit, Produktivität, aber auch Wohlbefinden herzustellen. Dies entspricht den allgemeinen Prinzipien der Human Factors-Forschung (Badke-Schaub, Hofinger & Lauche, 2012; Karwowski, 2006; Proctor & van Zandt, 2008). Der Mensch als beurteilende Instanz rückt damit in den Vordergrund, denn die Funktionen und Wirkungen von Farben beruhen immer auf subjektiven Empfindungen und Wahrnehmungen. Farben lenken die Aufmerksamkeit, rufen psychologische Reaktionen und Assoziationen hervor und können Verhalten beeinflussen. Anhand dieser Beschreibung wird bereits deutlich, dass einfache allgemeine Betrachtungen und Aussagen im Zusammenhang mit den Funktionen und Wirkungen von Farben nicht möglich sind. Obwohl vielfältige Literatur zum Thema Funktionen und Wirkungen von Farben vorliegt, ist es umso erstaunlicher, dass die Literatur der systematischen Untersuchung von Farbwirkungen auf Kognition, Emotion und Verhalten eher spärlich ist (Lichtenfeld, Elliot, Maier & Pekrun, 2012). Die vorhandenen Forschungsarbeiten und Diskussionen in diesem Zusammenhang versuchen dennoch objektive und allgemeine Gesetze zu formulieren, z. B. in Bezug auf die Farbästhetik (Häberle, 1999).

Die Symbolik von Farben ist eine wichtige Funktion von Farben. Symbole stellen Sinnbilder für etwas dar und tragen Bedeutung (Mahnke & Mahnke, 1987). Es herrscht eine andauernde Diskussion darüber, ob die Funktionen und Symbolwirkungen von Farben für Menschen etwas kulturell Erlerntes darstellen, das unter anderem aus Erfahrung und Lernen entsteht, oder ob sie immanent in uns Menschen vorhanden sind. Diese Diskussion spiegelt sich z. B. in der Forschung zu den Farbbenennungen der Universalisten und Relationisten wider (vgl. Abschnitt 5.1). Zusätzlich unterliegt Farbsymbolik dem kulturellen Wandel; so können Farben über einen Zeitraum hinweg sowohl traditionelle als auch moderne Bedeutungen annehmen und tragen (Geum & Jung, 2012). Da zu den Funktionen und Wirkungen von Farben aus psychologischer Sicht keine vollständige Systematisierung existiert, entsprechen die Aspekte im folgenden Abschnitt einer Sammlung aus der Forschung und Anwendung ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

6.1 Farben und Verhalten

Farben beeinflussen die Motivation und das Verhalten. Meier, D'Agostino, Elliot, Maier und Wilkowski (2012) sowie Elliot und Niesta (2008) zeigen, dass die Farbe Rot in Abhängigkeit des Kontexts Auswirkungen auf das Appetenz- wie auf das Aversionsverhalten haben kann. Die Farbe Grün fördert z. B. kreative Leistungen (Lichtenfeld et al., 2012). Im Zusammen-

hang mit Warnungen kann Farbe die sogenannte *Compliance* (Einwilligungsverhalten) positiv beeinflussen. Die Farbe Rot ruft die höchste Compliance hervor, sodass den Vorgaben einer Warnung entsprechend gehandelt wird, z. B. erfolgt das Anziehen von Schutzkleidung (Chapanis, 1994).

6.2 Farben und Informationen

Farben übermitteln Informationen und können als visuelle Kodierung für Informationen zur Verbesserung der Wahrnehmung genutzt werden (Wickens & Hollands, 2000). Informationen werden ebenso durch Farben geordnet und gegliedert, z. B. bei Markierungen von Textstücken. Qualitative und quantitative Daten können durch Farben kategorisiert und visualisiert werden (Galitz, 2007; Tufte, 1997; van Laar & Deshe, 2007), etwa Systemzustände wie AN oder AUS. Da Farben also visueller Information Struktur geben und die Salienz erhöhen (Wogalter, Conzola & Smith-Jackson, 2002), erleichtern sie den Nutzern durch leichteres Auffinden die Lenkung und Fokussierung der Aufmerksamkeit. Beispielsweise erregt die Farbe Rot die meiste Aufmerksamkeit (Camgöz, Yener & Güvenc, 2004; Young, 1991). Gefährliche Systemzustände und Warnungen können so leichter bemerkt werden (engl. Findability) und entsprechende Handlungen auslösen.

Farben verstärken Informationen und können dadurch deren informativen Gehalt und Gewichtung erhöhen, z. B. unterstützt die farbliche Gestaltung von Signalwörtern bei Gefahrenwarnungen dabei, das entsprechende Ausmaß an bestehenden Gefahren zu vermitteln (Braun & Silver, 1995). Der Effekt einer Farbe kann sich verstärken, wenn die Farbe als Redundanz zu anderen visuellen Reizen wie Form, Größe oder Lage genutzt wird (engl. Redundancy Gain; z. B. in Wickens & Hollands, 2000). Dieses Prinzip nutzen unter anderem Verkehrsschilder, die im Sinne einer schnelleren Erkennbarkeit und besseren Unterscheidbarkeit Farben mit bestimmten Formen kombinieren, z. B. bei der Unterscheidung eines roten Stopp-Schilds zu einem Spielstraßen-Schild. Diese hier nur kurz beschriebenen Zusammenhänge von Farbe und effektiver Informationsgestaltung werden bei der Gestaltung von Nutzeroberflächen auf optischen Displays einbezogen (Bennett, Nagy & Flach, 2006; Galitz, 2007; Wickens & Hollands, 2000). Flavell und Heath (1992; zitiert nach Wickens & Hollands, 2000, S. 101) empfehlen jedoch beispielsweise, nicht mehr als zehn Farben zu verwenden, um etwa Fehler in der Informationsverarbeitung oder Stress durch Reizüberflutung zu vermeiden.

6.3 Farben und Emotionen

Emotionale Reaktionen aufgrund von Farben scheinen allgemein bekannt zu sein. Farben können sowohl positive als auch negative Emotionen hervorrufen (Adams & Osgood, 1973;

Birren, 1978; Heller, 2000). Bereits Goethe untersuchte in seiner Farbelehre von 1801 die *Physiologischen Farben* eher unter psycho-physischen Gesichtspunkten. Farben können aktivierend oder entspannend wirken (Choudhury, 2014). Dennoch gibt es nur wenig systematische Forschung zum Zusammenhang zwischen Farben und Emotionen (Simmons, 2011), oder aber die Forschung bezieht sich auf die Beurteilung von Emotionen anhand abstrakter Farbkarten bestimmter Farbsysteme (Clarke & Costall, 2008). Davidoff (1991) schreibt: „[…]one ought to be cautious about the widely held belief that different parts of the color space are necessarily associated with particular emotions" (S. 113) sowie: "[…] most of the studies that purport to show effects of color on moods and behavior are not well controlled" (S. 114). Neben also eher methodischen Mängeln der Forschung zeigt sich das Problem, dass emotionale Reaktionen immer sehr individuell ausfallen und schwer messbar sind.

Simmons (2011) zeigt in einer Untersuchung den Zusammenhang zwischen Emotionen und vier zugehörigen Farbkategorien anhand von Assoziationen. Er unterscheidet angenehme, unangenehme, stimmungsaufhellende und beruhigende Farben (engl. pleasant unpleasant, mood-enhancing, calming). Dennoch konnte die Studie nicht klären, ob die Untersuchung tatsächlich emotionale Reaktionen oder Assoziationen, z. B. aufgrund von sozialen oder kulturellen Konventionen, erfasste. Des Weiteren, so Simmons, müssen stereotypische Farbassoziationen (z. B. Rot ruft Ärger hervor), persönliche Farbassoziationen (z. B. aufgrund besonderer Erlebnisse) und der Kontext im Zusammenhang von Farben und Emotionen einbezogen werden. Diese sind geprägt durch kognitive Bewertungen und assoziative Gedächtnisinhalte. Die Farbe Rot hat beispielsweise im Vergleich zur Farbe Blau negative Auswirkungen auf das subjektive Zeitempfinden (Shibasaki & Masataka, 2014; Smets, 1969).

6.4 Farben und Stress

Stress betrifft den gesamten Menschen und ist, wie die Farbwahrnehmung selbst, immer subjektiv (Lazarus & Folkman, 1984). *Visueller Stress* bedeutet allgemein, dass das Gehirn mit visueller Information *überladen* wird. Visueller Stress zeigt sich in der verzerrten Wahrnehmung von Objekten oder physiologisch durch häufiges Blinzeln, Jucken der Augen und Übelkeit (Wilkins, 2003). Der Einsatz zu vieler Farben sowie eine unerwartete, inkongruente Nutzung von Farben (Ambiguität) können zu Stress führen. Dies führt beispielsweise bei Nutzern an Bildschirmen zu kognitiven Verarbeitungskonflikten, wie Verlangsamung der Reaktion, Leistungseinbußen sowie Verunsicherung und Verwirrung (Galitz, 2007). Auf der anderen Seite kann eine angemessene Farbgestaltung der Belastung und Ermüdung der Augen vorbeugen, z. B. durch Vermeidung von zu starken Farbtönen in Klassenzimmern (Engelbrecht, 2003).

Ein Beispiel für die Induktion von Stress aufgrund von inkongruenter Farbgestaltung stellt der sogenannte *Stroop-Test* dar. In diesem klassischen Test haben die Probanden die Aufgabe, die Farbe von dargebotenen Farbwörtern zu benennen. Da die Farbtöne und Farbwörter nicht übereinstimmen und somit in der Verarbeitung konkurrieren, kommt es zu einem *Interferenz-Effekt* (ebenso *Stroop Effect* genannt), sodass die Fehlerrate bei der Benennung und die Antwortzeiten im Test steigen. Stress entsteht beim Stroop-Test durch besondere kognitive Anforderungen an die Aufmerksamkeit und die Informationsverarbeitung (Renaud & Blondin, 1997; T. Richter & Zwaan, 2009). Dies ist letztendlich auf den inkongruenten Farbton-Farbwort-Konflikt zurückzuführen. Eine angemessene und intuitiv verständliche Farbgestaltung kann daher (visuellem) Stress vorbeugen und ihn reduzieren.

6.5 Farben und mentale Modelle

Um Farben gezielt einzusetzen, ohne ein langjähriges Training vorauszusetzen, müssen diese für die Nutzer intuitiv verständlich sein. Mohs et al. (2006) definieren, dass ein technisches System „intuitiv benutzbar [ist], wenn es durch nicht bewusste Anwendung von Vorwissen durch einen Benutzer zu effektiver Interaktion führt" (S. 130). Etwas anders ausgedrückt, verhält sich ein intuitiv benutzbares technisches System so, wie es der Nutzer (unbewusst) erwartet. In der Interaktion mit Farben und technischen Systemen kann aus kognitionspsychologischer Sicht angenommen werden, dass Nutzer Denkmodelle entwickeln. Norman (1988) beschreibt diese Denkmodelle als *mentale Modelle*, die Menschen von sich selbst, von anderen, von der Umwelt oder Situationen, mit bzw. in denen sie interagieren, entwickeln und die durch Erfahrung, Training und Anweisungen, also durch Vorwissen, gebildet werden. Mentale Modelle als angelegte Wissensstrukturen schonen kognitive Ressourcen, leiten das Denken und Handeln von Menschen und erlauben Beschreibungen von Systemen und Vorhersagen über den Zustand eines Systems (z. B. in Badke-Schaub, 2012; DeBoer, 2012). Norman (1988) beschreibt zudem „[…] the power of a good mental model lies in its ability to provide meaning to things" (S. 69). Mentale Modelle geben Farben eine Bedeutung und rufen so Assoziationen hervor. Dadurch können sie Handlungen beeinflussen, z. B. bedeutet für die meisten Menschen ein rotes Licht an einer Verkehrsampel Stop/Stehenbleiben, ein grünes Licht, dass der Verkehr freigegeben ist. Sollen Farben *intuitiv verstanden* werden, muss der Einsatz der Farben den vorhandenen mentalen Modellen der Nutzer entsprechen, oder die mentalen Modelle müssen entsprechend durch Training gebildet werden. Dmitrieva (2010) unterstützt aufgrund von mentalen Modellen die Erforschung von Farbbedeutungen anhand von Farbwörtern anstatt Farbreizen. Die Präsentation von Farbwörtern unter Annahme von vorhandenen mentalen Modellen sei ausreichend, um das entsprechend mentale Model der Farbe zu aktivieren und entsprechende Assoziationen her-

vorzurufen. Ob Farbwörter dieselben Assoziationen hervorrufen wie Farbreize, wurde bisher nicht wissenschaftlich untersucht. In der vorliegenden Arbeit werden dennoch visuelle Farbreize verwendet, um vorhandene mentale Modelle zu den betrachteten Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit zu überprüfen.

Gerade interkulturelle Studien geben Hinweise darauf, ob kulturübergreifende Gemeinsamkeiten oder Unterschiede in Bezug auf mentale Modelle von Farben bestehen. Eng verbunden mit der intuitiven Nutzung ist also der kulturelle Einfluss, denn etwas, das in dem einen Kulturkreis als intuitiv betrachtet wird, muss in einem anderen nicht zwangsläufig ebenso intuitiv verständlich sein; die mentalen Modelle unterscheiden sich dann. Auf kulturelle Symbolwirkung von Farben wird daher im nächsten Abschnitt eingegangen.

6.6 Farben und Kultur

Farben tragen kulturelle Symbolwirkungen, die durch kulturspezifische Lebensweisen bedingt wurden und werden. Die Wurzeln dafür liegen in gesellschaftlichen und historischen Entwicklungen. Die Bedeutung von Farben im kulturellen Kontext muss immer im Zusammenhang mit Kontinuität und Veränderung gesehen werden; Farbsymbolik kann also über Jahrhunderte bestehen oder sich plötzlich wandeln. Beispielsweise wurde und wird die Farbe Gelb in Korea aus traditioneller Sicht als Farbe der Könige betrachtet. Seit den 2000er Jahren wandelte sich die Betrachtung der Farbe Gelb als Trendfarbe zur Symbolisierung von Hoffnung für das neue Millenium (Geum & Jung, 2012). Die Geschichte von Farben im Zusammenhang mit Kultur ist sehr weitläufig und soll an dieser Stelle nur in Auszügen betrachtet werden (Überblick z. B. in Gage, 1994; Häberle, 1999). Farben wurden aufgrund ihrer Herstellungskosten und Verfügbarkeit als Zeichen der Dominanz, des Reichtums und Autorität angesehen; ein Beispiel ist das Purpur der Herrscher im alten Rom (Birren, 1978). Nach Häberle (1999) sind konventionalisierte Farbbedeutungen im Sinne von Stereotypen erlernt und werden von Mitgliedern bestimmter Kulturen in unterschiedlichem Ausmaß geteilt, z. B. von Fans von Sportmannschaften. Einige Naturkulturen betrachten die Farben selbst als Träger einer besonderen Kraft (Christ, 2008). Ein kurzer Blick in die Kulturforschung zeigt, ohne bereits den Aspekt der Farbe einzubeziehen, dass sich der Begriff (oder das Konzept) *Kultur* für sich gesehen schwer greifen und schon gar nicht prägnant mit einem Begriff beschreiben lässt; einen Überblick zu dieser Diskussion bieten Barmeyer (2010), Bolten (2007), Hansen (2011), Rathje (2009) oder Thomas (2003a). Einen allgemeinen Kulturbegriff gibt es nicht (darin zeigt sich eine Parallele zu den Farben). Nach Thomas (2003b) ist Kultur „ […] ein universelles, für eine Gesellschaft, Organisation und Gruppe aber sehr typisches Orientierungssystem […]. Dieses Orientierungssystem wird aus spezifischen Symbolen gebildet und in der jeweiligen Gesellschaft usw. tradiert. Es beeinflusst das Wahrnehmen, Denken, Wer-

ten und Handeln aller ihrer Mitglieder […]" (S. 436). Werden Farben in diesem Zusammenhang als gebildete Symbole verstanden, so wird klar, dass das kulturelle Orientierungssystem einer Kultur Assoziationen und Bedeutungen zu Farben prägt. Rathje (2009) empfiehlt, Kultur Begriffsfelder unter der Prämisse der Anwendungsorientierung an die Seite zu stellen. In der Forschung zu Farben und Kultur steht sicherlich die Nationalkultur im Vordergrund, also Prägungen, die mit Landesgrenzen und ethnischen Zugehörigkeiten, aber ebenso mit der Sprache zusammenhängen (Adams & Osgood, 1973; Wierzbicka, 1990). Die Erforschung von Farbnamen ist eng mit verschiedenen Ländern und zugehörigen Muttersprachen verbunden (vgl. Abschnitt 5.1), dennoch ist eine Farbbenennung nicht gleichzusetzen mit einer Farbbedeutung. Der Begriff Kultur soll im Zusammenhang mit Farben weiter gefasst werden, unter anderem da Kultur Symbolwirkung von Farben erzeugt, aber im Zusammenhang mit sicherem Handeln betrachtet werden soll. Strohschneider und Heimann (2009) sowie Hupka, Zaleski, Otto, Reidl und Tarabrina (1997) diskutieren beispielsweise, ob die Verknüpfungen zwischen Farben und kultureller Farbsymbolik eher willkürlich sind. Aus diesem Grund sollten eher keine kulturübergreifenden Ähnlichkeiten, z. B. bei Assoziationen, erwartet werden. Die üblichsten kulturellen Farbsymboliken und Assoziationen zu den in dieser Arbeit betrachteten Farben werden unter Einbeziehung einiger Besonderheiten der deutschen, koreanischen, russischen und US-amerikanischen Teilstichproben in Abschnitt 8.2 beschrieben. An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass sich die Beschreibungen von Farbsymbolik in den Literaturquellen unterscheiden und oft unklar ist, auf welchen Ergebnissen sie beruhen. Überblicke hierzu bieten Häberle (1999), Heller (2011), Mahnke und Mahnke (1987) sowie Welsch und Liebmann (2012).

Russo und Boor (1993) beschreiben im Zusammenhang mit Benutzeroberflächen die Wichtigkeit, Farbsymbolik über verschiedene (National-)Kulturen hinweg in gestalterische Prozesse einzubeziehen. Als Beispiel führen sie ein rotes Kreuz *X* als Verbot ein, dass von US-Amerikanern entsprechend richtig verstanden wurde, von chinesischen und ägyptischen Nutzern jedoch missverstanden wurde. Aus den individuell sehr unterschiedlichen Assoziationen lässt sich folgern, dass Farbsymboliken nicht unbedingt universell gültig sein müssen. In der vorliegenden Arbeit wird deshalb Farbsymbolik im Kontext von Gefahr und Sicherheit, insbesondere in der Freien Assoziation, einbezogen.

6.7 Farben und Ästhetik

Ästhetik wird z. B. von der *Usability*-Forschung als Schlüssel zu einer nutzerfreundlichen Gestaltung betrachtet (Norman, 2004). Farben geben Auskunft über ästhetische Präferenzen und zeigen Trends in Mode, Technik, Freizeit und den Arbeitswelten an. Farbästhetische Aspekte werden etwa von der Werbung genutzt, um Produkte in Szene zu setzen und zu

profilieren oder den Wiedererkennungswert einer Marke zu erhöhen. Beispiele hierfür sind das Nivea-Blau, das Coca-Cola-Rot oder das Magenta der Deutschen Telekom. Eng verbunden mit dem positiven Image einer Marke sind also die Vorlieben von bestimmten Farben der Nutzer und Kunden.

Untersuchungen von Lieblingsfarben werden herangezogen, um ästhetische Aspekte der Farbgestaltung für Designer wie für Nutzer greifbar zu machen. Heller (2000, 2011) beschreibt z. B. Farbwirkungen im Zusammenhang mit Lieblingsfarben. Die Lieblingsfarben von Nutzern stehen explizit nicht im Fokus dieser Arbeit. Es ist jedoch davon auszugehen, dass Farbpräferenzen im Zusammenhang mit Funktionen von Farben nicht vernachlässigt werden dürfen, z. B. da ein als schön empfundenes Design auch bevorzugt genutzt wird. Dennoch sagt eine Lieblingsfarbe nicht unbedingt etwas darüber aus, in welchen Fällen eine Farbe eingesetzt werden soll. Hier spielt wiederum der Anwendungskontext der Farbe eine entscheidende Rolle. So ziehen z. B. viele Menschen, obwohl ihre Lieblingsfarbe Blau (38 Prozent; Heller, 2001) ist, bei der Auswahl der Autofarbe in Deutschland die Farben Schwarz (31 Prozent) vor, und nur neun Prozent präferieren die Farbe Blau (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club, 2015).

6.8 Farben und Raumwahrnehmung

Sobald zwei oder mehr Farben in Kontrast zueinander stehen, wird Räumlichkeit hervorgerufen, und die wahrgenommene Raumgröße kann beeinflusst werden (Franz, Chatziastros & Buelthoff, 2005). Die sogenannte *Farbperspektive* ist also oberflächengebunden und abhängig von der Figur-Grund-Beziehung. Dadurch ergeben sich Vorder-, Mittel- und Hintergrund. Hell-Dunkel-Kontraste, Quantitätskontraste oder Warm-Kalt-Kontraste führen z. B. zur Wahrnehmung von Vorne-Hinten- oder Nähe-Ferne-Beziehungen (Nüchterlein & Richter, 2008). Die Raumflächen Boden, Wände und Decke begrenzen den Raum, und die Farbgebung dieser Flächen kann sehr unterschiedlich wirken, z. B. wirken gelbe Decken anregend und blickführend (Übersicht z. B. in Frieling, 1984; Rodeck et al., 1998). Franz et al. (2005) geben an, dass Farbe bei der Wahrnehmung von Ferne eine moderierende Rolle spielt, das Phänomen ist bisher jedoch nicht quantitativ beschrieben. Farbwirkung, Farberleben und die Reaktionen darauf lassen sich nicht ohne Weiteres verallgemeinern, da das Farberleben und die Reaktionen in einem Raum vielschichtig sind. Da Farbenwahrnehmung bzw. Farbeindrücke relativ sind, erscheint jede Farbe im Kontext ihrer Umgebung, d.h. im Zusammenspiel mit anderen Farben, mit der vorhandenen Beleuchtung, dem Material oder Oberfläche, auf der eine Farbe präsentiert wird.

6.9 Farben und räumliche Orientierung

Farben stellen eine wichtige Hilfe bei der räumlichen Orientierung dar (engl. wayfinding; z. B. in Engelbrecht, 2003). In Infrastrukturen, in denen viele Besucher erwartet werden können, kommen sogenannte Farbleitsysteme zum Einsatz. Die Besucher sollen dabei unterstützt werden, sich vor allem in nicht bekannten Infrastrukturen räumlich zu orientieren und besondere Orientierungspunkte zu finden. Das *FLS Farbleitsystem*, das in Schulen und öffentlichen Gebäuden vor allem im Bundeland Hessen genutzt wird, bietet in Form einer durchgehend farblichen Kennzeichnung von Gebäudeteilen, Stockwerken und Räumen Orientierungshilfen an. Diese können z. B. in Notfällen von Einsatzkräften des Rettungsdienstes und der Feuerwehr genutzt werden und den Einsatz beschleunigen (Arbeitskreis Sicherheit an Schulen des Main-Taunus-Kreises, 2015).

7. Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit

Die Nutzung, Funktionen und Bedeutung von Farben werden maßgeblich vom Anwendungskontext beeinflusst (Taft, 1997). In der vorliegenden Arbeit werden als Kontext die beiden Konzepte *Gefahr* und *Sicherheit* festgelegt. Da Gefahr und Sicherheit in der Literatur sehr unterschiedlich definiert werden, werden sie in der vorliegenden Arbeit eher als Konzepte aufgefasst. Gefahr und Sicherheit sind eng verbunden mit den Begriffe *Gefährdungen* und *Risiko* (Rothkegel, Banse & Renn, 2010). In Bezug auf die beiden Konzepte Gefahr und Sicherheit liegt der Fokus dabei auf zwei Aspekten: Zum einen auf der Verwendung von Farben zur Kodierung und Abstufung von Gefahren bzw. Sicherheit für Nutzer, z. B. zur Darstellung von Gefahrenbereichen auf Kartenausschnitten sowie zum Verständnis von Farben im Kontext von Gefahr durch Farbassoziationen. Die betrachteten Farben werden also als sicherheitsrelevante Information sowie subjektive Einschätzung aufgefasst. Zum anderen werden als konkreter Anwendungskontext Betriebsleitstellen von U-Bahn-Verkehrsbetrieben festgelegt (vgl. Abschnitt 10). Die Konzepte Gefahr und Sicherheit werden somit aus der Perspektive der U-Bahnverkehrsbetriebe und allgemeiner aus Sicht der Sicherheitsforschung und des Bevölkerungsschutzes betrachtet. Die betrachteten Farben stellen also eine Kennzeichnung von Gefahren und Sicherheit und ein gestalterisches Element von Warnungen dar. Trotz unterschiedlicher Definitionen und Auffassungen sollen die Konzepte Gefahr und Sicherheit an dieser Stelle für die vorliegende Arbeit erläutert werden:

Das Konzept *Gefahr* wird vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2013) in dem im *BBK-Glossar: Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes* definiert als „Zustand, Umstand oder Vorgang, durch dessen Einwirkung ein Schaden an einem Schutzgut[9] entstehen kann" (S. 11). Im Umfeld von U-Bahnverkehrssystemen werden als menschliches Schutzgut die Nutzer, d. h. Fahrgäste, Angestellte des U-Bahnverkehrsbetriebs, Angestellte von Geschäften der Verteilerebene etc. aufgefasst. Gefahren werden eng mit Notfallereignissen verbunden, die zu *Personenschäden,* d. h. zu Gefahr für Leib und Seele, führen können (Schreyer & Gerhardt, 2003). Die bestehenden Gefahren in U-Bahnsystemen für Fahrgäste sind vielfältig, z. B. gibt es Gefahren im Gleisbereich, Brände, Gefahren durch die Fahrgäste selbst, nicht zuordenbare Gegenstände, Auffahrunfälle oder terroristische Anschläge. Kommt es in einem U-Bahnsystem zu einem Notfallereignis, werden Informationen an die Betriebsleitstelle weitergeleitet. Ausgangsfrage für die vorliegende Arbeit ist die Darstellung von Bereichen mit

[9] Als Schutzgut wird nach dem BBK-Glossar in Bezug auf Risikoanalysen alles betrachtet, was aufgrund eines ideellen oder materiellen Wertes vor Schaden bewahrt werden soll (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2013).

verschiedenen Gefährdungsstufen auf den Bildschirmen der Mitarbeiter der Betriebsleitstelle. Bisherige Untersuchungen zu Leitstellen beschäftigen sich vor allem mit den grundlegenden Aufgaben der Mitarbeiter (Farrington-Darby, Wilson, Norris & Clarke, 2006; Heath & Luff, 1992) sowie mit der Überwachung von U-Bahnsteigen durch Überwachungskameras (Luff, Heath & Jirotka, 2000; Velastin, Boghossian & Vicencio-Silva, 2006; Velastin & Remagnino, 2006). In Bezug auf den Einsatz von Farben, eher aber in Kontrollräumen von Kernkraftwerken, wird die Methode des *Visual Layerings* untersucht (van Laar & Deshe, 2002, 2007). *Visual Layering* bezeichnet eine Methode, bei der ausgehend von einer schwarz-weißen Anzeige auf einem Bildschirm Farben anhand der Wichtigkeit und Relevanz von Elementen und Objekten auf dem Display vergeben werden. Anhand dieser Abstufung werden Informationen gruppiert und konzeptionelle *Layers* (Ebenen; Übersetzung der Verf.) entwickelt, die entsprechend der Aufgabe ein- oder ausgeblendet werden können. Van Laar und Deshe (2002) zeigen unter anderem, dass dadurch schnellere Reaktionen hervorgerufen, die Auffindbarkeit von relevanter Information gefördert und visueller Stress reduziert werden können. Die Autoren betrachteten Farben eher in Bezug auf die Helligkeit und Sättigung und diskutieren, ob der Einsatz der Farben auf Bildschirmen in Leitstellen wohl noch einen Standardisierungsprozess durchlaufen müsse. Da also für die Darstellung von Gefahren auf Bildschirmen in Leitstellen bisher keine eindeutigen Vorgaben existieren, werden in der Methode Kartenausschnitte gefährdete Bereich anhand von Farbkodierungen untersucht. Ähnlich wie beim Visual Layering wird zunächst eine schwarz-weiße Kartenansicht genutzt, und die Ausgänge werden entsprechend einer angenommenen Gefahr, z. B. der Freisetzung eines gesundheitsschädigenden chemischen Gefahrstoffes an einem U-Bahnsteig, abgebildet. Die Probanden hatten dann die Aufgabe, aus Sicht der Betriebsleitstelle anhand der farblichen Kennzeichnung die Gefährdung[10] für die am U-Bahnsteig anwesenden Fahrgäste einzuschätzen.

Sicherheit kann als zentrales Konzept in Gesellschaft, Wissenschaft und Technik betrachtet werden und wird durch unterschiedliche Begriffsauffassungen und kulturelle Aspekte geprägt (Banse, 2010). Einfach ausgedrückt, kann Sicherheit mit *nicht-auftretenden* Gefahren, Störungen oder Risiken umschrieben werden. Dementsprechend definiert die *Norm ISO/IEC Guide: 51: 2014: Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards* (ISO, 2014) Sicherheit bzw. *Safety* als „freedom from risk […] which is not tolerable" (para. 3.14; die Freiheit von unvertretbaren Risiken; Übers. der Verf.). Diese Form der Sicherheit bezieht sich, wie in der Norm angegeben, vor allem auf Produkt- und Systemsicherheit und wird eng

[10] Als Gefährdung wird nach dem BBK-Glossar die Möglichkeit betrachtet dass an einem konkreten Ort aus einer Gefahr ein Ereignis mit einer bestimmten Intensität erwächst, das Schaden an einem Schutzgut verursachen kann (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2013)

mit dem Begriff der Zuverlässigkeit eines Systems verbunden (Fahlbruch, Schöbel & Marold, 2012). Zusätzlich werden in Bezug auf Sicherheit die zwei Sichtweisen *Safety* und *Security* unterschieden: Safety im Sinne von Schutz vor Gefahren, die vom System ausgehen, Security im Sinne des Schutzes vor Gefahren durch Fremdeinwirkung (z.B. in Schnieder & Schnieder, 2010). Im Umfeld von U-Bahn-Verkehrsbetrieben kann darunter Betriebssicherheit im weitesten Sinne verstanden werden, ebenso wie die sichere und ordnungsgemäße Beförderung von Personen (Bundesministerium der Justiz, 2007). Kaufmann (1973) diskutiert zusätzlich das Konzept Sicherheit mit den Beschreibungen Geborgenheit und Selbstsicherheit. Darin spiegeln sich mehr die menschlichen Motive nach körperlicher Unversehrtheit und Schutz, Affiliation und zwischenmenschlicher Bestätigung sowie Handlungssicherheit und Kontrolle (Dörner, 2008). Da Farben, insbesondere die Farbe Grün mit Sicherheit verbunden wird (Frieling, 1984; Heller, 2011), aber wenig gesicherte Erkenntnisse bezüglich der anderen betrachteten Farben vorliegen, werden in der Methode Kartensortierung Rangordnungen der betrachteten Farben anhand der subjektiv wahrgenommenen Sicherheit untersucht (vgl. Abschnitt 12). Welche Auffassung von Sicherheit die Probanden dabei annahmen, wird nicht festgelegt.

Durch die Beibehaltung der konzeptionellen Sicht auf die Konzepte Gefahr und Sicherheit wird ein explorativer Zugang zur Nutzung und dem Verständnis der betrachteten Farben ermöglicht. Ergänzend zu den Methoden Kartenausschnitten und Kartensortierung wird die Methode Freie Assoziation eingesetzt, um im Kontext von Gefahr (und damit auch im Kontext Sicherheit) weitere Erkenntnisse zu vorherrschenden mentalen Modellen bezüglich der Farben zu gewinnen. Lichtenfeld et al. (2012) diskutieren passend dazu, dass eine aversive Wirkung der Farbe Rot in einem entsprechenden aversiven Kontext untersucht werden sollte.

Im folgenden Kapitel wird die Ampelanalogie als zentrales Thema der vorliegenden Arbeit vorgestellt. Besteht eine mehr oder weniger akute Gefahr, werden Warnungen als Maßnahmen eingesetzt, um den Schutz von Nutzern zu gewährleisten und entsprechende Handlungen bei den Nutzern hervorzurufen. Farben stellen ein relevantes Element zur Gestaltung optischer Warnungen dar. Aus diesem Grund werden zu den betrachteten Ampelfarben Grün, Gelb, Orange und Gelb sowie den Farben Weiß, Blau und Lila allgemeine Erkenntnisse der aktuellen Warnungsforschung sowie das Schema Urgency Mapping vorgestellt.

8. Die Ampelanalogie als zentrale Fragestellung

Als Ausgangsbasis für die vorliegende Arbeit dient die sogenannte *Ampelanalogie*[11] für Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit. Obwohl die Ampelanalogie bisher keine wissenschaftliche Begründung erfahren hat, wird sie in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen immer wieder herangezogen und als verinnerlichte Farbsymbolik betrachtet. Die Betrachtung dieser Ampelanalogie bezieht sich explizit nicht auf Farbpräferenzen oder rein ästhetische Farbsymbolik, sondern immer auf die Verwendung der Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit.

Für die vorliegende Arbeit werden die Farben Grün, Gelb, Orange und Rot als *Ampelfarben* bezeichnet. Zusätzlich werden die Farben Blau, Weiß und Lila einbezogen. Angelehnt an die Lichtsignale von Verkehrsampeln, wird in der Ampelanalogie die Farbe Rot als *Stopp* bzw. auch als *höchste Stufe einer Gefahr*, die Farbe Grün als *Freigabe* oder *Gehen* bzw. *Sicherheit* angenommen. Für die Stufe zwischen Rot und Grün wird meist eine der Farben Gelb oder Orange verwendet. Die Farben Gelb und Orange liegen also zwischen den Farben Rot und Grün, geben somit ein Signal, das die Aufmerksamkeit auf einen *Wechsel zwischen Rot und Grün* signalisieren soll, und werden als *mittlere Gefahr* bzw. *niedrige Gefahr* betrachtet. Die Einbeziehung dieser beiden Farben soll zeigen, ob es möglich ist, den Bereich der mittleren Gefahr noch weiter zu differenzieren. Die Farbe Blau wird ebenfalls mit Sicherheit in Verbindung gebracht und in einigen Kontexten anstatt der Farbe Grün verwendet, z. B. auf Hinweisschildern. Die Farbe Weiß wird üblicherweise als *freie Fahrt und Sicherheit* angesehen, z. B. im Bahnverkehr. Die Farbe Lila stellt einen Sonderfall dar, sie wird aber in einigen Kontexten als zusätzliche Gefahrenfarbe neben der Farbe Rot eingesetzt. Dennoch gibt es bisher nur wenige Erkenntnisse zu dieser Farbe im Kontext von Gefahr und Sicherheit.

Die Ampelanalogie wird als feststehend und allgemein gültig angenommen, ohne dass dafür eine Absicherung besteht, z. B. in Bransby und Jenkinson (1998), Galitz (1985), Ware (2008), Wickens (1992) und Wogalter (2006). Ebenso sind die mit den Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit bestehenden mentalen Modelle nicht eindeutig geklärt. Die Ampelanalogie wird in unterschiedlichen Anwendungskontexten eingesetzt. Dabei zeigt sich eine Variabilität und fehlende Stringenz in der Verwendung, z. B. da nicht alle Farben der Ampel einbezogen werden oder sich die Farbkodierung von einer üblichen Farbsymbolik

[11] Der Begriff Ampelanalogie entspricht keiner Definition bzw. ist kein wissenschaftlich festgelegter Terminus. Der Begriff wird von der Verfasserin verwendet, um die bisher angenommene Farbsymbolik der Ampelfarben zu verdeutlichen. In der wissenschaftlichen Literatur ist dieser Begriff nicht etabliert. Meist werden eher die einzelnen Farben benannt, dabei werden in der Regel die Farben Rot, Grün sowie Orange oder Gelb genannt.

unterscheidet. Dadurch wird die Etablierung von mentalen Modellen für Nutzer grundsätzlich erschwert. Zur Verdeutlichung werden Beispiele aus Anwendungskontexten vorgestellt:

Die Ampelanalogie findet Anwendung in einer Vielzahl von Normen, so werden die Ampelfarben z. B. in Vorgaben der Norm ISO 22324: 2015(en): Societal security – Emergency management – Guidelines for colour-coded alerts einbezogen (ISO, 2015). Darin beschrieben werden unter anderem die Farben Grün, Gelb, Rot sowie Lila, um Gefahrenzustände abzubilden. Die Vorgaben dieser Norm werden im Detail im Zusammenhang mit den einzelnen Farben beschrieben (vgl. Abschnitt 8.2). Als Besonderheit zeigt sich, dass die Farbe Orange nicht als Farbton, sondern als Sättigung von Gelb (oder Rot; die Norm ist diesbezüglich nicht eindeutig) betrachtet wird.

Ein weiteres Beispiel stellen die *Sichtungskategorien und ihre Behandlungskonsequenzen* von Verletzten und Erkrankten in Großschadenslagen dar (Sefrin, Weidringer & Weiss, 2003). Die Sichtungskategorien verwenden z. B. die Farbe Grün für *leicht verletzt/erkrankt* (Sichtungskategorie III) und die Farben Grau, Schwarz oder Blau je nach explizitem Dokumentationssystem für *ohne Überlebenschancen/Tote* (Sichtungskategorie IV). Die Farben Grün und Blau werden also entgegen der üblichen Farbsymbolik von Sicherheit verwendet.

Die Ampelanalogie findet des Weiteren Anwendung auf internationalen meteorologischen Wetterkarten (z.B. The Network of European Meteorological Services, 2015). Als Besonderheit wird die Farbe Weiß in den Inhaltsangaben mit *fehlenden, unvollständigen, veralteten oder nicht vertrauenswürdigen Daten* in Zusammenhang gebracht. Die Farbe Gelb wird zur Kennzeichnung von *potentially dangerous Weath*er und die Farbe Orange zur Kennzeichnung von *dangerous Weather* genutzt. Die Farben werden in diesem Anwendungskontext als Abstufung von Wetterlagen betrachtet.

Im Forschungsbereich Räumungen und Evakuierung in Notfällen werden Farben für die Kennzeichnung von Flucht- und Rettungswegen bzw. Notausgängen untersucht; dabei werden am ehesten die Ampelfarben Grün und Rot einbezogen. In den Ländern der Europäischen Union sowie in vielen weiteren Ländern werden Fluchtwege mit dem sog. *Running Man* gekennzeichnet (ISO, 2011b). Der Running Man nach Yukio Ota aus den 1970er-Jahren ist ein Piktogramm mit einer laufenden weißen Figur auf grünem Untergrund (Abbildung 8 zeigt in der Mitte den Running Man in seiner ursprünglichen Form). Der Running Man wird aber nicht in allen Ländern verwendet, so nutzen einige Bundesstaaten der USA üblicherweise Schilder mit dem Wort *EXIT* in roter oder in einigen Fällen in grüner Schriftfarbe. Dies führt bei einigen Praktikern zu Diskussionen (Turner, 2011), z. B. über die grundsätzliche Verwendung des Runnings Mans und bezüglich der farblichen Gestaltung der EXIT-Schilder. Die rote Kennzeichnung eines sicheren Fluchtwegs oder Notausstiegs wirkt der

Bedeutung *Gefahr* entgegen; die Nutzung der Farbe Grün mit der Bedeutung *Sicherheit* erscheint hier sinnvoller. Des Weiteren stellt sich die Frage, ob Nicht-Muttersprachler Schilder mit dem Wort EXIT unverzüglich verstehen bzw. ob Übersetzungen angeboten werden müssen, die jedoch die Größe von Schildern und die Dauer des Lesens, erhöhen können. Dem entgegengesetzt wird die Frage diskutiert, ob der Running Man überhaupt ein für alle Menschen intuitiv verständliches Piktogramm darstellt bzw. wie stark erlernt die zugehörige Symbolik ist und ob die dargestellte Bewegung der Figur dem Grundsatz *Im Notfall Ruhe bewahren* entspricht[12]. Abbildung 8 zeigt ein Schild aus dem U-Bahnsystem in Singapur auf dem sowohl Beschriftungen in den Sprachen Englisch, Chinesisch, Malaiisch und Tamil als auch der Running Man dargestellt werden.

Abbildung 8. Beispiel einer Beschilderung von Notausgängen in der U-Bahn von Singapur. Genutzt werden sowohl der Running Man in der Mitte, als auch Hinweise zu den Notausgängen in englischer, chinesischer, malaiischer Sprache und in Tamil.

Die negativen Auswirkungen einer ungewohnten Farbsymbolik an Notausstiegen zeigen sich in Fluchtversuchen in deutschen U-Bahntunneln. Notausstiege in deutschen U-Bahnsystemen werden aufgrund der Verwechslungsgefahr mit grünen Ampelannlagen in U-Bahntunneln mit einem blauen Licht gekennzeichnet (BOStrab § 30; Bundesministerium der Justiz, 2007). Aus demselben Grund nutzt die Deutsche Bahn an einigen Bahnhöfen Kennzeichnungen von Fluchtwegen in blauer Farbe, z. B. im Bahnhof Köln Messe-Deutz. Hofinger, Zinke und Künzer (2014) zeigten in Räumungsversuchen, dass Probanden diese Farbkodierung zur Kennzeichnung nicht verstehen und an den blau gekennzeichneten Notausstiegen vorbeilaufen. Abbildung 9 zeigt ein Beispiel für einen mit einem blauen Licht gekennzeichneten Notausstieg aus einem deutschen U-Bahntunnel. Obwohl die Farbe Blau mit Sicherheit in Verbindung gebracht wird, scheint in diesem Fall das erlernte Wissen und die Erwartung über die Kennzeichnung von Notausstiegen durch grüne Schilder oder Beleuchtung die

[12] Der Designer des Running Man, Yukio Ota, beschrieb die dargestellte Bewegung mit *run slowly*.

grundlegende Farbsymbolik von Blau zu eliminieren. Diese Erkenntnisse sind ein Grund, warum die Farbe Blau als betrachtete Farbe in die vorliegende Arbeit einbezogen wird.

Abbildung 9. Beispiel für die Kennzeichnung eines Notausstiegs mit einem blauen Licht nach BOSTrab § 30 (Bundesministerium der Justiz, 2007) in einem deutschen U-Bahnsystem.

Die Erkenntnisse zum Einsatz der Ampelanalogie aus Sicht der Praxis werden im Folgenden um die Perspektive der Forschung zu Warnungen und Alarmen sowie in Normen und Vorschriften in Bezug auf die Ampelanalogie ergänzt. Im Anschluss daran werden die betrachteten Farben der Untersuchung einzeln anhand der Kriterien Farbästhetik, Raumwirkung und Kennzeichnung beschrieben.

Die mehr oder weniger stringente Verwendung der Ampelanalogie bzw. der Farben Weiß, Blau und Lila lässt sich sicherlich auf die begrenzte Anzahl von gut zu unterscheidenden Primär- und Sekundärfarben erklären. Grundsätzlich ist die Einbeziehung des Farbe-an-sich-Kontrasts sinnvoll, um die Unterscheidbarkeit und Erkennbarkeit der Farbkodierung zu gewährleisten. Dennoch kann die nicht stringente Verwendung der Farben zu Fehlinterpretationen bei den Nutzern führen, wie das oben genannte Beispiel der blauen Notausstiege eindringlich verdeutlicht.

Obwohl die Ampelanalogie in mehr oder weniger vollständiger Form in der Praxis herangezogen wird, lässt sich bei den beschriebenen Beispielen nicht eindeutig klären, woher die verwendete Farbkodierung bzw. -abstufung durch die Farben hergeleitet wird bzw. auf welchen Erkenntnissen sie beruht. Aus der Warnungsforschung gibt es einige Erkenntnisse zum Einsatz von Farben für die Gestaltung von Warnungen. Im folgenden Abschnitt werden deshalb die Warnungsforschung und zusätzliche Erkenntnisse zu Farben als gestalterisches Element in Warnungen beschrieben.

8.1 Farben in der Warnungsforschung und das Schema Urgency Mapping

Warnungen existieren in vielen verschiedenen Arten, die uns im täglichen Leben in Form von Durchsagen, Sirenen, Hinweisschildern oder Tönen ständig begegnen. Auch wenn sich die Präsentationsform (visuell, akustisch, taktil) und der Verwendungszweck jeweils unterscheiden, haben Warnungen immer eins gemein: Sie sind das Ergebnis eines, mehr oder weniger guten, gestalterischen Prozesses und wurden für einen bestimmten Kontext oder ein spezifisches Produkt entwickelt. Zudem sind sie immer mit einem bestimmten Ausmaß an Gefahr und Risiko verbunden (Edworthy & Adams, 1996). Warnungen nehmen grundsätzlich vier Funktionen ein: (a) Sie übermitteln Sicherheitsinformationen, sie sind (b) dafür gedacht, Verhalten von Menschen zu beeinflussen, sie sollen (c) Gesundheitsprobleme, Schäden oder Unfälle reduzieren und können (d) als Erinnerung an eine Gefahr dienen, die aus früheren Erfahrungen bekannt ist (Wogalter, 2006).

So vielfältig die Funktionen und der Verwendungszweck von Warnungen sein können, so vielfältig sind das Forschungsgebiet und die Gefahren, vor denen gewarnt wird. Seit über 20 Jahren beschäftigen sich Forscher, vornehmlich in England und den USA, intensiv mit der empirischen Erforschung und Anwendung von Warnungen und Alarmen. In Deutschland werden Warnungen unter anderem im Zusammenhang mit Sicherheitshinweisen auf Produkten und Bedienungsanleitungen (Schmeling & Schator, 2007; Tjarks-Sobhani, 1992), im Katastrophenschutz (Schutzkommission beim Bundesminister des Innern, 2009), für Durchsagen bei Räumungen und Evakuierungen (Künzer, Hofinger & Zink, 2014; Zink, 2012), sowie in der Verkehrsforschung (Fricke, 2009) betrachtet.

Farben stellen einen visuellen Code im Zusammenhang mit der Übermittlung von Warnungsinformationen dar; z. B. werden sie verwendet, um Veränderungen in einem System anzuzeigen. Um eine fehlerfreie Nutzung bestimmter Farben als visuellen Code zu gewährleisten, müssen die Farbsymbolik und die Funktionen der eingesetzten Farben dem konzeptuellen Stereotyp oder dem bestehenden mentalen Modellen der Nutzer entsprechen (Abschnitt 6.5). Nur so kann gewährleistet werden, dass die verwendeten Farben auf eine bestimmte Art *verstanden* werden (Wickens, 1992). Werden Farben für die Gestaltungen von Warnungen eingesetzt, müssen neben dem Farbverständnis ebenso die Nutzer einbezogen werden. In der Literatur werden zunehmend psychologische und personenbezogene Variablen betrachtet. Eigenschaften, wie Alter, Geschlecht, kognitive Fähigkeiten, Risikowahrnehmung, persönliche Einstellungen aber auch Motivation, die Auswirkungen von Zeitdruck und Stress wurden untersucht (Hancock, Rogers & Fisk, 2001; Rogers et al., 2000; Rousseau, Lamson & Rogers, 1998). Vergleiche zwischen Probanden aus verschiedenen Ländern sind

jedoch eher selten. Vergleichende Untersuchungen beziehen sich z. B. auf die Einschätzung von Farbwörtern (Dunlap et al.,1986; zitiert nach Chapanis, 1994, S. 266) oder die Bewertung von Farben anhand von Fragebögen (Luximon, Chung & Goonetilleke, 1998), ohne jedoch den Probanden die Farben als konkreten Farbreiz zu präsentieren oder einen Anwendungskontext zu spezifizieren. Aus diesem Grund wurden in der vorliegenden Untersuchung Probanden aus vier verschiedenen Ländern (Deutschland, Korea, Russland und den USA) in der Untersuchung verglichen und der Kontext von Gefahr und Sicherheit einbezogen.

Die Verwendung von Farbe in Warnungen beeinflusst nach Braun und Silver (1995) sowie Wogalter et al. (2002) die Salienz, d. h. die Auffälligkeit einer Warnungsinformation und die Erinnerung an eine Warnung. Zusätzlich erhöht Farbe die Wahrscheinlichkeit, dass der Warnung Folge geleistet wird (als Einwilligungsverhalten, engl. Compliance, bezeichnet), und sie kann einen bestimmten Schweregrad an Gefahr übermitteln, auch wenn die betroffenen Personen kein volles Verständnis von der aktuellen Situation haben. Das Einwilligungsverhalten stellt in Bezug auf die Effektivität einer Warnung eine der wichtigsten Variablen dar (Parsons, Seminara & Wogalter, 1999). Für die Abstufung von Warnungen anhand des Schweregrads einer Gefahr bietet die Ingenieurspsychologie folgende Systematik an (Wickens, Gordon & Liu, 1997):

- *Advisories* (Sicherheitshinweise, Übers. der Verf.): Sicherheitshinweise werden meist rein optisch präsentiert. Eine Besatzung im Flugzeug-Cockpit benötigt das Bewusstsein für ein mögliches Erscheinen eines Sicherheitshinweises, z. B. die Anzeige eines geringen Treibstoffstandes, und dafür, dass nach einiger Zeit eine Handlung (Betankung) benötigt wird.
- C*aution Messages* (Gefahrwarnungen oder Vorsichtshinweise, Übers. der Verf.): Gefahrwarnungen sollen unmittelbar die Aufmerksamkeit erregen, aber nur ein relativ schnelles Eingreifen in das System wird benötigt. Die Warnung kann als gemäßigt beschrieben werden und wird durch redundante akustische Signale oder optische Signale präsentiert (Beispiel: Wetterumschwung).
- *Warning Messages* (Notfallwarnungen, Übers. der Verf.): Notfallwarnungen erregen unverzüglich Aufmerksamkeit durch die Verwendung von hervorspringenden Reizen. Meist werden akustische und optische Signale gemeinsam eingesetzt. Sie benötigen eine schnelle Handlung, um einer Gefahr zu entgehen, z. B. bei einem Maschinenschaden.
- *Time-critical Warning Messages* (zeitkritische Notfallwarnungen, Übers. der Verf.): Zeitkritische Notfallwarnungen benötigen unverzüglich korrektive Handlungen und

werden durch besonders auffällige akustische und optische Signale präsentiert, z. B. bei zeitkritischen Informationen der Flugsicherung.

Eine eindeutige Zuordnung von Farben in diese Systematik gibt es nicht. Aus der Beschreibung der Abstufung von Warnungen wird deutlich, dass mit der Präsentation einer Warnung immer die wahrgenommene Dringlichkeit einer Handlung oder eines Verhaltens in Verbindung gebracht wird. Unter Dringlichkeit ist in diesem Zusammenhang die zeitliche Komponente zu verstehen, d. h. wie schnell und unmittelbar auf eine Warnung zu reagieren ist (Hellier, Aldrich, Wright, Daunt & Edworthy, 2007). In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff Dringlichkeit etwas weiter gefasst bzw. angepasst und als ein Kontinuum zwischen Sicherheit und Gefahr verstanden. Dadurch wird implizit das Ausmaß der bestehenden Gefahr übermittelt. In ihrem Buch *Warning Design: A Research prospective* stellen Edworthy und Adams (1996) das Schema *Urgency Mapping* vor und beschreiben es für akustische und visuelle Warnungen folgendermaßen:

> […] the urgency of the warning should relate in some systematic way to the hazardousness or risk of the referent. Warnings can be said to be appropriately mapped when the rank ordering of the urgencies of the warnings with which referents[13] are associated is positively correlated with the rank order of the urgencies or importance of those referents. (Edworthy & Adams, 1996, S. 6)

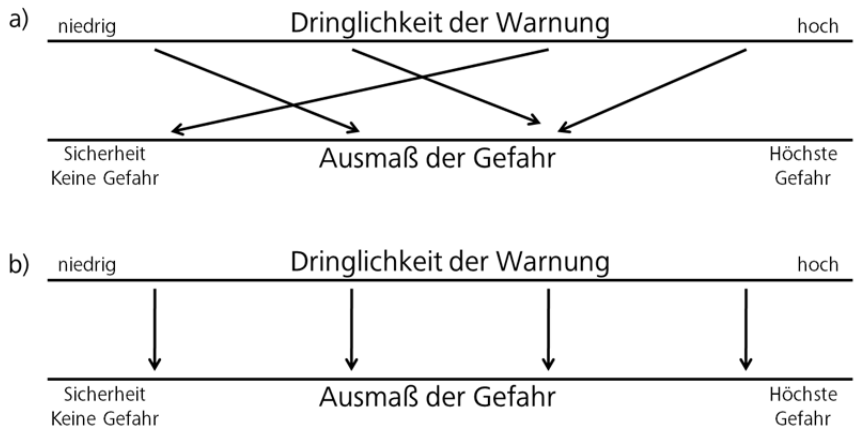


Abbildung 10. Das Schema des Urgency Mappings mit (a) unpassender Zuordnung von Warnung und Gefahr; b) passender Zuordnung von Warnung und Gefahr (Grafik mod. nach Edworthy & Adams, 1996, S. 7).

Zur Verdeutlichung zeigt Abbildung 10 den Vergleich einer adäquaten (a) mit einer inadäquaten (b) Abbildung einer wahrgenommenen Dringlichkeitsstufe durch eine Warnung in Bezug auf eine bestehende Gefahr. In vielen Kontexten bilden Warnungen nicht das richtige Ausmaß in Anbetracht der Dringlichkeit ab, z. B. vermittelt das Signalwort Achtung in

[13] Unter dem Begriff *referent* verstehen Edworthy und Adams (1996) in diesem Zusammenhang eine konkrete Situation oder Gefahr auf die sich eine Warnung bezieht.

einer Räumungsdurchsage nicht die notwendige Dringlichkeit, um Personen auf ein unverzügliches Verlassen eines U-Bahnhofs hinzuweisen (Künzer et al., 2014). Dies kann unter anderem dazu führen, dass die durch die Warnung intendierten Handlungen verzögert werden oder ganz ausbleiben (engl. Non-compliance). Oft führt die falsche Abbildung der Dringlichkeit von Warnungen bei Nutzern zum Aus- bzw. Abschalten von Warnungen (Sorkin, 1988). Eine wiederholte Warnung, ohne dass eine unmittelbare Handlung notwendig ist, kann bei Nutzern dazu führen, dass eine Warnung nicht mehr ernst genommen (sog. *Cry Wolf Effect*; z. B. in Breznitz, 1984) und nicht auf sie reagiert wird (*Learned Irrelevance;* z. B. in McClintock, Shields, Reinhardt-Rutland & Leslie, 2001). Eine Abstufung für alle Arten von Gefahren und Risiken durch Farben wird zwar in der ISO 22324: 2015: Societal security – Emergency management – Guidelines for colour-coded alerts (ISO, 2015) empfohlen, der Nachweis für die Gültigkeit der angenommenen Abstufung fehlt jedoch. Eine konkrete Zuordnung der betrachteten Farben in die Abstufung von Gefahren anhand des Schweregrads einer Gefahr nach Wickens et al. (1997) oder eine Abbildung des Kontinuums von Sicherheit bis Gefahr der Farben im Sinne des Urgency Mappings nach Edworthy und Adams (1996) wurde bisher nicht vollständig wissenschaftlich untersucht. Die Methode Kartensortierung sowie die zusammenfassende Methodentriangulation sollen dazu Erkenntnisse liefern.

Zur Verwendung von Farben in der Warnungsforschung liegen einige Ergebnisse und Erkenntnisse vor, ein Überblick findet sich z. B. in Wogalter (2006), Wogalter et al. (2002), Parsons et al. (1999) oder in Kline, Braun, Peterson und Silver (1993).

Diese Ergebnisse zu den Ampelfarben sowie den Farben Weiß, Blau und Lila sind jedoch sehr variabel. Außerdem lassen sie sich nicht ohne Weiteres verallgemeinern, da die Farben meist im Zusammenhang mit Signalwörtern wie *Gefahr*, *Vorsicht* oder *Achtung* untersucht wurden (Braun et al., 1995, Braun & Silver, 1995, 1995; Chapanis, 1994; Leonard, 1999). Da Signalwörter an sich bereits eine Abstufung von Gefahr darstellen (Hellier et al., 2007; Künzer et al., 2014) und so Interaktionseffekte vorhanden sind (Braun et al., 1994), lassen sich die Auswirkungen der Verwendung der betrachteten Farben nur eingeschränkt interpretieren. Aus diesem Grund werden in der Methode Freie Assoziation Farbreize ohne Signalwörter als Reizmaterial verwendet. Andere Studien beschreiben den Vergleich zwischen chromatischen und achromatischen Farben, ohne die verwendeten Farben konkret zu spezifizieren (Kline, Braun, Peterson & Silver, 1993), beziehen wenige Farben in die Studien ein (Chapanis, 1994), oder es wurden nur Farbwörter von Probanden eingestuft, ohne dass dabei tatsächlich Farbreize präsentiert wurden (Dunlap, Granda & Kustas, 1986, zitiert nach Chapanis, 1994, S. 266). Aus diesem Grund werden in der vorliegenden Arbeit in allen verwendeten Methoden die tatsächlichen Farben als Farbreize präsentiert. Um Erkenntnisse

über ein breites Spektrum über die Ampelfarben hinaus zu gewinnen, wurden die Farben Weiß, Blau und Lila hinzugefügt. Einige wenige Studien beziehen sich auf die Einschätzung von Farben zwischen Probandengruppen, die sich in ihrer Muttersprache unterscheiden. Diese Studien beziehen aber nur einige betrachteten Farben ein (Dunlap, Granda & Kustas, 1986, zitiert nach Chapanis, 1994, S. 266; Luximon et al., 1998). Aus diesem Grund werden verschiedene Teilstichproben und Methoden einzeln, aber auch vergleichend betrachtet. Leonard (1999) diskutiert, dass der *richtige* Einsatz von Farben in Warnungen, d. h. der der Farbsymbolik entsprechende, ferner dazu beitragen kann, dass Menschen mit schwächeren Lesefähigkeiten die zu vermittelnde Information verstehen können. Der Text bzw. das Signalwort einer optischen Nachricht würde dann in den Hintergrund rücken.

Um den richtigen Einsatz von Farben besser verstehen zu können, werden die betrachteten Farben der Ampelanalogie Grün, Gelb, Orange und Rot sowie die Farben Weiß, Blau und Lila anhand von aktueller Forschung in ihrer Signalwirkung sowie ihrer farbästhetischen Wirkung im kulturellen Kontext beschrieben.

8.2 Signalfarben der Ampelanalogie und die Farben Weiß, Blau und Lila sowie Grau

Farben können Sicherheit erhöhen. Im Folgenden werden die in der vorliegenden Arbeit betrachteten Farben anhand ihrer Signalwirkung als Sicherheitsfarbe insbesondere nach der Norm ISO 22324: 2015(en): Societal security – Emergency management – Guidelines for colour-coded alerts (ISO, 2015) und nach Ergebnissen aus der Warnungsforschung.beschrieben. Diese empfiehlt als Abstufung des Status einer Gefahr die drei Farben Grün - Gelb - Rot. Zur Erweiterung dieser Abstufung werden zwei Vorgehensweisen empfohlen. Zur Abstufung des Status einer Gefahr wird das Hinzufügen verschiedener Farbtöne der Farben von Grün bis Rot empfohlen, für zusätzliche Informationen über die Gefahr die Farben Blau, Grau, Lila und Schwarz. Mit einem Blick in die wissenschaftliche Forschung wird schnell deutlich, dass die meisten Untersuchungen die Farben Grün und/oder Rot einbeziehen. Aus diesem Grund gibt es zu diesen beiden Farben die meisten Ergebnisse.

Sicherheitsfarben[14] werden in der ISO 3864-4:2011 beschrieben als „specific colour with special properties to which a safety meaning is attributed" (para 3.13; ISO, 2011a). Da davon auszugehen ist, dass Farbwirkungen und kulturelle Farbsymbolik nicht vernachlässigt werden dürfen, werden dazu ebenso einige relevante Ergebnisse für die betrachteten Farben und eine Auswahl an kulturellen Besonderheiten vorgestellt. Diese werden mit Bezug

[14]Der Begriff der Sicherheitsfarben wird häufig synonym zu den Begriffen Signalfarbe oder Warnfarbe verwendet.

auf Welsch und Liebmann (2012), Heller (2011) und Häberle (1999) beschrieben. Da allgemeine Farberlebnisse, z. B. Farbpräferenzen der Lieblingsfarben oder Farbwirkungen im Raum aus ästhetischer Sicht, nicht im Fokus der vorliegenden Arbeit stehen, werden diese an dieser Stelle weder im Detail beschrieben noch werden diese Farbsymboliken voneinander abgegrenzt. Da Farbwirkung kontextgebunden ist, müssen z. B. Unterschiede zwischen einer farblichen Gestaltung im Kontext von Gefahr und Sicherheit im Vergleich zu Farberlebnissen im Raum angenommen werden. Ein Überblick zu Farberlebnissen und rein emotionalen Assoziationen findet sich z. B. in Heller (2000) und Heimendahl (1974); zu Farbwirkungen im Raum sei auf Nüchterlein und Richter (2008), Rodeck et al. (1998) oder Frieling (1984) verwiesen.

8.2.1 Beschreibung der Ampelfarben – Grün, Gelb, Orange und Rot

8.2.1.1 Grün

Die Farbe Grün wird als Sicherheitsfarbe betrachtet, die mit dem Status *Sicherheit* verbunden wird. Nutzer können mit der Farbe Grün darüber informiert werden, dass keine dringlichen Handlungen und Maßnahmen erforderlich sind (ISO, 2015). Die Farbe Grün wird etwa als Hintergrund auf Rettungszeichen, z. B. zur Sicherheitskennzeichnung von Flucht- und Rettungswegen bzw. Notausgängen verwendet (Deutsches Institut für Normung e. V., 2013). Die Piktogramme werden in weißer Farbe dargestellt, z. B. durch weiße Pfeile oder den sogenannten *Running Man (*vgl. Abschnitt 8). Die Farbe Grün signalisiert also die Vorstellung von freiem Durchgang, Zuflucht, Sicherung sowie Gefahrlosigkeit und Rettung (Frieling, 1984; Heller, 2011; McClintock et al., 2001). Nilsson, Frantzich und Saunders (2005) bestätigen diese Farbsymbolik und empfehlen die Farbe Grün bzw. grüne Lichter für die Kennzeichnung von Flucht- und Rettungswegen bzw. Notausgängen.

In den meisten westlichen Kulturen wird der Farbe Grün Hoffnung oder ein Naturmotiv wie Wachstum, Fruchtbarkeit, Frühling oder Wald zugeschrieben (Lichtenfeld et al., 2012). Im Islam ist Grün eine heilige Farbe. Eine Besonderheit zeigt sich in der koreanischen Sprache, in der das Wort 푸르다 (paleuda) entweder Grün oder Blau bedeuten kann und z. B. für blauen Himmel oder auch für Wald stehen kann. Dennoch existieren zwei verschiedene Wörter: 파란색 (palan saek) für wörtliche blaue Farbe und 초록색 (cholog saek), wörtlich für grüne Farbe. Für die Ampelfarbe Grün wird ein weiterer Ausdruck genutzt (파란).

8.2.1.2 Gelb

Die Farbe Gelb wird als Warnungsfarbe betrachtet, die mit dem Status *Vorsicht* (engl. Caution) verbunden wird. In der Warnungsforschung steht die Farbe Gelb für eine mittlere Gefahrenstufe (Chapanis, 1994), da sie die Aufmerksamkeit auf Informationen lenkt (Frieling, 1984). Nutzer können mit der Farbe Gelb darüber informiert werden, dass sie sich auf notwendige Handlungen und Maßnahmen vorbereiten sollen (ISO, 2015). Zusätzlich warnt die Farbe Gelb auf internationalen Schildern vor Gefahren, z. B. vor radioaktiven Stoffen (United Nations Economic Commission for Europe, 2015). Mit der Farbe Schwarz, d. h. schwarzer Schriftfarbe auf gelbem Grund, wird der Farbe Gelb die beste Fernwirkung aufgrund ihrer Kontrastwirkung zugesprochen (Heller, 2000). Dieser Kontrast wird genutzt bei der Kenntlichmachung von hör- und sehbehinderten Menschen, z. B. ist so deren Beeinträchtigung im Straßenverkehr besser zu erkennen. Drei schwarze Punkte auf gelbem Grund kennzeichnen, je nach Orientierung, die Art der Behinderung, d. h. *ein Punkt unten* steht für *sehbehindert*, *ein Punkt oben* für *hörbehindert*. Die Abgrenzung zwischen den Farben Gelb und Orange als Gefahrenabstufung, d. h. Orange wirkt gefährlicher als Gelb, wird in einigen Studien bestätigt. Diese bezogen sich aber immer auf die Interaktion zwischen Signalwörtern und den Farben. (z. B. gesammelt in Chapanis, 1994; Luximon et al., 1998). Eine Abgrenzung der beiden Farben an sich fehlt demnach bisher.

Gelb ist einerseits die Farbe des Sommers, der Sonne und des Mondes und wird als warme und fröhliche Farbe betrachtet (z.B. in Clarke & Costall, 2008). Auf der anderen Seite wurde die Farbe Gelb im Mittelalter als Stigmata- oder Schandfarbe verwendet. So wurde Gelb für die Kennzeichnung von aus der Gesellschaft Ausgeschlossenen genutzt, z. B. für Prostituierte. Im 20. Jahrhundert wurde diese Stigmatisierung durch die Farbe Gelb vom nationalsozialistischen Regime genutzt, als Juden gezwungen wurden, einen gelben Judenstern zu tragen. Unter anderem deswegen wird Gelb ebenso als Farbe des Hasses betrachtet. In der russischen Kultur wird die Farbe Gelb ebenfalls eher mit negativer Symbolik in Verbindung gebracht (Chueva, 2011). Heute spiegelt sich Gelb als Farbe der Stigmata und der Polarität z. B. im Begriff *Yellow Press* wider (Doran, 2013). In der Farbtherapie wird der Farbe Gelb gerade in dunklen Jahreszeiten heilkräftigende Wirkung zugeschrieben. In der koreanischen Kultur hat die Farbe Gelb eine lange Tradition. So symbolisieren die gelben Pujok (부적; wörtlich übersetzt Talismänner) mit roter Schrift, die z. B. an Hauseingängen angebracht werden, im koreanischen Schamanismus Glück und Sicherheit (Brunet, 1999-2015).

8.2.1.3 Orange

Die Farbe Orange wird in der Norm ISO 22324: 2015 nicht explizit als Warnungs- oder Sicherheitsfarbe betrachtet. Sie wird jedoch als Farbton von Rot einbezogen (ISO, 2015). In der Warnungsforschung hingegen wird die Farbe Orange als eigener Farbton betrachtet und steht für eine mittlere Gefahrenstufe zwischen Gelb und Rot. In Luximon et al. (1998) werden die Farben Orange und Gelb als ähnlich und als nicht sicher beschrieben, eine eindeutige Abgrenzung zu den Farben an sich fehlt jedoch (Parsons et al., 1999). Die meisten Untersuchungen beziehen die Interaktion zwischen Signalwörtern und den Farben ein und betrachten nicht die Farbe an sich (Braun et al., 1994; Braun & Silver, 1995; Chapanis, 1994). Orange wird als Warnfarbe eine hohe Aufdringlichkeit zugeschrieben, und sie kann Assoziationen wie Antipathie hervorrufen (Heller, 2000).

Orange wird mit Feuer, Karotten oder mit Südfrüchten (daher der Name) assoziiert und wird wie Gelb als warme Farbe betrachtet. In einigen Religionen gilt sie als Symbol der Sonne. Im Buddhismus stellt die Farbe Orange eine heilige Farbe dar, die die höchste Stufe menschlicher Erleuchtung repräsentiert. Mit der Farbe Orange werden auch negative Eigenschaften und Erscheinungen assoziiert; sie ist eine der unbeliebtesten Farben in der Farbpräferenz, weil sie mit Aufdringlichkeit und fehlender Seriosität in Verbindung gebracht wird.

8.2.1.4 Rot

Die Farbe Rot wird als die Warnungsfarbe schlechthin betrachtet. Sie wird mit dem Status *Gefahr* bzw. der höchsten Gefahr verbunden und ruft die höchste *Compliance* hervor (z. B. Chapanis, 1994; Braun & Silver, 1995; Parsons et al., 2002). Nutzer können mit der Farbe Rot darüber informiert werden, dass Handlungen und Maßnahmen unverzüglich erforderlich sind (ISO, 2015). Sie bildet deshalb die höchste Dringlichkeitsstufe ab. Die Farbe Rot hat nach Frieling (1984) die höchste Reizart. Daher werden z. B. Verbote rot eingefärbt (Heller, 2011), um die Auffindbarkeit zu erhöhen (Young, 1991). Die Farbe Rot wird außerdem mit aggressivem (Guéguen, Jacob, Lourel & Pascual, 2012) und aversivem Verhalten (Lichtenfeld et al., 2012) in Verbindung gebracht. Auf der anderen Seite steht die Farbe Rot im Zusammenhang mit Appetenzverhalten, z. B. in ihrer Bedeutung von Sexualität und Romantik. So finden etwa Männer Frauen, die die Farbe Rot tragen, begehrenswerter und attraktiver (Elliot & Niesta, 2008).

Rot ist die Farbe der Liebe, wird aber ebenso mit Blut, Ärger und Feuer assoziiert. Im politischen Bereich symbolisiert die Farbe Rot Freiheit und Friedenswillen. In einer Untersuchung mit russischen Probanden wurde die Farbe Rot mit den Symbolen Hammer und Sichel, Kommunismus und Gewerkschaften in Verbindung gebracht (Dmitrieva, 2010). Außerdem

bedeutet im Russischen das Wort красный (krasny) sowohl *schön* als auch *rot*; der Rote Platz in Moskau heißt wörtlich übersetzt also der *Schöne Platz*.

8.2.2 Die Farben Weiß, Blau und Lila sowie Grau

Neben den Ampelfarben Rot, Orange, Gelb und Grün wurden drei weitere Farben in die vorliegende Arbeit einbezogen. Die Farben Weiß, Blau und Lila werden im Folgenden nach der ISO (2015) und Ergebnissen der Warnungsforschung sowie der Farbsymbolik beschrieben. Zusätzlich wird auf die Farbe Grau eingegangen, da diese als Hintergrundfarbe in den vorliegenden Methodenteilen verwendet wurde.

8.2.2.1 Weiß

Die Farbe Weiß wird in der Norm ISO 22324: 2015 nicht als Sicherheitsfarbe betrachtet. Die einzige Ausnahme stellt die Kombination von Schwarz und Weiß in Form eines Schachbrettmusters dar, um tödliche Gefahren auf einem Computer- oder LED-Display zu kennzeichnen (ISO, 2015). In der Warnungsforschung wird die Farbe Weiß als Farbton einbezogen und steht für die unterste Gefahrenstufe bzw. für Sicherheit (Chapanis, 1994; Luximon et al., 1998). Eine eindeutige Abgrenzung zwischen den Farben Weiß, Blau und Grün als Sicherheits- bzw. Gefahrenabstufung ließ sich jedoch nicht finden. In einigen Studien wurde die Farbe Weiß jedoch als sicherer als die Farbe Grün eingestuft (z. B. in Dunlap, Granda & Kustas, 1986, zitiert nach Chapanis, 1994, S. 266). Die Farbe Weiß ruft unter anderem Assoziationen zu Licht, dem Status *AN*, zum Guten oder zu Neutralität hervor (Heller, 2000). Nilsson et al. (2005) zeigten im Zusammenhang mit Räumungsexperimenten, dass Nutzer vor allem mit der Farbe Weiß *Nothing in particular* assoziierten. Dies gibt einen weiteren Hinweis auf die Farbsymbolik der Neutralität.

Weiß ist die Farbe der Reinheit, Hygiene aber auch von Kälte und Schnee. In der Malerei vertritt die Farbe Weiß häufig das Licht oder symbolisiert etwas Erhabenes und Reines. In der Mythologie steht Weiß für Vergeistigung und Weisheit. In Korea stellt Weiß eine besondere Farbe dar, da die Koreaner lange Zeit als *White Clad Folk* (wörtlich: das Volk, das weiße Kleidung trägt) bezeichnet wurden (Lim, 2011). Die Farbe Weiß stellt in Korea zusätzlich die Farbe der Trauer und des Todes dar und wird beispielsweise getragen, um den Toten bei einer Bestattung Respekt zu zollen bzw. um sie rein in den Himmel zu begleiten. Im modernen Korea werden heutzutage bei festlichen Anlässen oder Trauerfeiern sowohl die Farbe Weiß wie Schwarz getragen (Geum & Jung, 2012). Das Weiß der Kleidung bei christlichen Festen wie Hochzeiten oder Kommunionen symbolisiert Individualität, Reinheit und Jungfräulichkeit. Das Symbol der Reinlichkeit und Sauberkeit zeigt sich ebenso im Zusammenhang mit Ärzten oder Krankenhäusern. Loriot (1981) spielt ironisch mit der Farbbedeutun-

gen von Weiß im Zusammenhang mit Reinheit und Waschmittelwerbungen. So erfindet Loriot (1981) für seinen Sketch Eheberatung das sogenannte „ […] Schaumolweiß … das ist noch etwas weißer als weiß …“ (S.143).

8.2.2.2 Blau

Nach der ISO (2015) soll die Farbe Blau als Hinweis- oder Ordnungsfarbe und rein als zusätzliche Information genutzt werden und keine Stufe einer Gefahr vermittelt werden. Des Weiteren empfiehlt die Normungsorganisation die Farbe Blau nicht dafür zu verwenden, Sicherheit abzubilden. Nilsson et al. (2005) stützen diese Einschätzung im Zusammenhang mit Räumungsexperimenten, da Nutzer mit der Farbe Blau (wie auch mit Weiß) *Nothing in particular* assoziierten. Es zeigte sich, dass eine blaue Farbkodierung von Notausgängen in Tunnelanlagen von deutschen U-Bahnen nicht von allen Nutzern verstanden wird (Hofinger et al., 2014). Die Farbe Blau ist vorwiegend rational geprägt und wird daher auf sicherheitstechnischen Geboten, betrieblichen Anordnungen und Erlaubnissen verwendet, z. B. im Straßenverkehr (Frieling, 1984). Im Gegensatz dazu bildet die Farbe Blau in der Warnungsforschung eher Sicherheit bzw. keine Gefahr ab. Die Ergebnisse sind jedoch nicht eindeutig. Die Farbe Blau wurde meist in Interaktion mit Signalwörtern untersucht, und die Abgrenzung zu den Farben Weiß und Grün wurde unterschiedlich eingeschätzt. In einigen Studien stellte die Farbe Blau eine eher mittlere Gefahr zwischen den Farben Gelb und Grün dar (Dunlap, Granda & Kustas, 1986, zitiert nach Chapanis, 1994, S. 266) oder sie wurde als sicherer als Grün in Studien mit US-amerikanischen Studenten eingestuft (Braun et al., 1994; Braun & Silver, 1995). Blau wird in manchen Kulturen mit einer Farbsymbolik für Einsatzorganisationen verbunden, wie es z. B. die Begriffe Blaulichtorganisation und Blauhelme deutlich machen.

Die Farbe Blau repräsentiert das Wasser und den Himmel und steht außerdem für Ruhe und Sauberkeit. Weiterhin drückt sie Ferne und Kühle, aber ebenso das Geistliche und Göttliche aus. In der russischen Sprache existieren für verschiedene Schattierungen von Blau verschiedene Begriffe, z. B. *голубой (*goluboy; Hellblau) und *синий* (siniy, Dunkelblau), die z. B. im Englischen oder Deutschen nur als Blau bezeichnet werden. Geschichtlich betrachtet ruft *голубой (*goluboy; Hellblau) eher positive Assoziationen hervor, *синий* (siniy, Dunkelblau) hingegen eher negative, z. B. wie in dem Idiom *гори все синим пламенем,* das übersetzt etwa *Alles im blauen Feuer verbrennen lassen* bedeutet (Voevoda, 2012). Weitere Unterschiede im Sprachgebrauch der Farbe Blau zeigen beispielsweise, dass *голубой* (goluboy; Hellblau) im Russischen heute für Homosexualität steht. Im Gegensatz dazu stehen das im Englischen verwendete *To feel blue* (*traurig* oder *unglücklich* sein; Übersetzung der Verf.) und das Deutsche *blau sein* für *betrunken sein*.

8.2.2.3 Lila[15]

Die ISO (2015) bezieht die Farbe Lila als Warnungs- und Sicherheitsfarbe ein, die mit dem Status *tödlicher Gefahr* verbunden wird. Nutzer können die Farbe Lila verwenden, um zusätzlich zur Farbe Rot über eine Gefahr zu informieren (ISO, 2015). Die International Atomic Energy Agency (2013) nutzt in ihrer internationalen Skala zur Klassifizierung von nuklearen und radiologischen Ereignissen bzw. Unfällen die Farbe Lila als allerhöchste Stufe (Level 7: Major Accidents). Eine Begründung könnte sein, dass die Farbe Lila manchmal mit Radioaktivität assoziiert wird. Dies steht jedoch im Gegensatz zu den Vorgaben der United Nations Economic Commission for Europe (2015) die dafür eher die Farbe Gelb vorsieht. Die Farbe Lila wird z. B. im US-amerikanischen Bundesstaat Florida an Stränden für Flaggen verwendet, die vor gefährlichen Meerestieren warnen (Florida Coastal Management Program, 2012). In Studien der Warnungsforschung wird die Farbe Lila sonst eher selten einbezogen, z. B. in Wogalter, McKenna und Allison (1988).

Mit der Farbe Lila werden unter anderem Zweideutigkeit, Unsachlichkeit, Unkonventionalität und Unsicherheit in Verbindung gebracht, weil ihr, anders z. B. als der Farbe Rot, visuelle Klarheit und Stärke fehlen. Lila ist damit die Farbe mit der größten Ambivalenz (Heller, 2000). Die Farbe Lila (oder in Welsch und Liebmann, 2012, mit Magenta gleichgesetzt) wird mit Alpenveilchen, der Marke Milka (lila Milka-Kuh) oder Buschwindröschen verbunden. In der Esoterik wird die Farbe Lila als Farbe der Mystik betrachtet, und ihr werden positive Eigenschaften zugeschrieben, z. B. gilt sie als Engelsfarbe. In einigen westlichen Kulturen steht die Farbe mit der Lesbian-Gay-Bisexual-Transgender-Community in Verbindung.

8.2.2.4 Grau

Obwohl die Farbe Grau in der Untersuchung der vorliegenden Arbeit nur als Hintergrund verwendet wurde, soll sie an dieser Stelle dennoch kurz beschrieben werden. Die Farbe Grau wird als Warnungs- und Sicherheitsfarbe betrachtet, die mit dem Status *keine Information vorhanden* verbunden wird. Grau soll laut ISO-Norm einzig dafür verwendet werden, anzuzeigen, dass keine Information verfügbar ist (ISO, 2015). Mit der Farbe Grau werden unter anderem Assoziationen wie Unfreundlichkeit, Einsamkeit, Gefühllosigkeit, Alter und Unsicherheit in Verbindung gebracht (Heller, 2000). In die Warnungsforschung wird die Farbe Grau eher nicht einbezogen.

[15] In Teilen der Literatur wird anstatt des Namens Lila auch (weiß-aufgehelltes) Violett verwendet (Seufert, 1955).

In den folgenden Kapiteln werden die Methodentriangulation sowie die drei in dieser Arbeit verwendeten Methoden vorgestellt. Die Beschreibung der Methodentriangulation umfasst unter anderem die Beschreibung der verwendeten Farben sowie die Stichprobenbeschreibung. Im Anschluss daran werden die drei Methoden Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung mit den zugehörigen Ergebnissen vorgestellt.

TEIL II: METHODENTRIANGULATION – METHODEN UND ERGEBNISSE

9. Beschreibung der Methodentriangulation

Im Zentrum der vorliegenden Dissertation steht die Überprüfung der Farben der Ampelanalogie, Grün, Gelb, Orange und Rot sowie der Farben Weiß, Blau und Lila im Kontext von Gefahr und Sicherheit sowie die Erstellung einer Farbhierarchie. Die Überprüfung erfolgte anhand der drei Methoden Kartenausschnitte, Kartensortierung und Freie Assoziation. Diese drei Methoden werden durch eine Methodentriangulation integriert. Die Triangulation bietet den Rahmen für die drei angewendeten Methoden. Im Folgenden werden deshalb die Methodentriangulation sowie die Datenerfassung, die verwendeten Farben und die gesamte Stichprobe beschrieben. Die Ergebnisse der Triangulation befinden sich in Abschnitt 13.

9.1 Einführung zur Triangulation

Die Triangulation stellt eine wichtige Methode in der *Mixed-Method*-Forschung dar. Im weitesten Sinne bedeutet Triangulation nach Denzin (1970) „[…] the use of multiple methods in the study of the same object" (S. 301). In diesem Sinne wird in der vorliegenden Arbeit das Forschungsobjekt Ampelanalogie anhand drei verschiedener Methoden untersucht.

In der Mixed-Method-Forschung, die unter anderem für eine stärkere systematische Kombination von qualitativen und quantitativen Methoden durch Triangulation plädiert, werden das Vorgehen und die Validität von Triangulationen diskutiert (z. B. in Bazeley, 2010; Blaikie, 1991; Olsen, 2004; Tashakkori & Teddlie, 2009). Die Tradition, aber auch die Diskussion um die Anwendung und Durchführung der Triangulationen geht zurück bis in die 1960er Jahre der qualitativen Forschung (Flick, 2011). In diesen Diskussionen zeigen sich die üblichen Probleme der Mixed-Method-Forschung. Die Verbindung von qualitativen und quantitativen Methoden stellt ein überdauerndes Problem dar, z. B. da keine einheitlichen Vorgehensweisen oder konkrete Vorgaben für den Übergang zwischen qualitativen und quantitativen Methoden oder der angebrachten Kombination von verschiedenen Methoden vorhanden sind. Einer der meistzitierten Autoren, Norman Denzin (1970), beschreibt vier Arten von Triangulationen: Daten-, Forscher- Theorien- und Methodentriangulationen. Für die vorliegende Arbeit wird die *Between-Method*-Methodentriangulation genutzt; dabei werden die drei einbezogenen Methoden Kartenausschnitt, Freie Assoziation und Kartensortierung systematisch miteinander trianguliert.

9.2 Forschungsfrage Methodentriangulation

In der Methodentriangulation werden die aus den drei Methoden Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung in den jeweiligen Teilstichproben gewonnenen Daten zu den betrachteten Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in einem Between-Method-Forschungsdesign integriert. Die Ergebnisse zu den drei Methoden werden auf einem Kontinuum von Gefahr bis Sicherheit in das Schema Urgency Mapping übertragen (vgl. Abschnitt 13). Für die Methodentriangulation wird keine Hypothese im engeren Sinn aufgestellt. Dennoch wird folgende Forschungsfrage formuliert:

Forschungsfrage Methodentriangulation:
Lässt sich durch die Methodentriangulation der Ergebnisse der Methoden Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung auf einem Kontinuum von Gefahr bis Sicherheit eine eindeutige Farbhierarchie, insbesondere für die Ampelfarben, erstellen?

9.3 Auswertungsstrategie der Methodentriangulation

Der Begriff der Triangulation stammt ursprünglich aus der Trigonometrie bzw. Geodäsie (Blaikie, 1991; Flick, 2011) und bezeichnet eine Strategie für die Bestimmung der exakten Position eines Objekts. Angelehnt an die ursprüngliche Verwendung des Begriffs formuliert Bazeley (2010) vier Bedingungen für die Durchführung von Triangulationen in der Mixed-Method-Forschung. Angelehnt an diese vier Bedingungen wird im Folgenden die vorliegende Methodentriangulation beschrieben. Abbildung 11 zeigt eine schematische Übersicht der durchgeführten Methodentriangulation anhand des Schemas Urgency Mapping:

- Identifikation eines Zielpunktes:
  Ziel der Methodentriangulation ist die adäquate Abbildung einer Abstufung der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in einer *Farbhierarchie* auf einem Kontinuum von Gefahr bis Sicherheit angelehnt an das Schema Urgency Mapping (Edworthy & Adams, 1996; vgl. Abschnitt 8.1). An dieser Stelle soll darauf verwiesen werden, dass Edworthy und Adams (1996) die Abbildung des Ausmaßes von Gefahr auf einem Kontinuum von *Sicherheit/Keine Gefahr* bis *Höchste Gefahr* nutzen. In der vorliegenden Arbeit wird aufgrund der einbezogenen Methoden ein Kontinuum mit umgekehrter Polung verwendet.
- Einbeziehung von verschiedenen Informationsarten bzw. Informationsquellen:
  In einem Between-Method-Forschungsdesign (Denzin, 1970) werden die drei Methoden Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung systematisch miteinan-

der trianguliert, um eine Konzeptualisierung und Generalisierung der gewonnenen Daten zu erreichen.

- Jede Informationsquelle trägt zur Bestimmung des Zielpunktes bei:

  Die Methoden Kartenausschnitte und Kartensortierung beziehen sich auf dem Kontinuum zwischen Gefahr und Sicherheit eher auf den Pol Sicherheit. Um die gewonnenen Erkenntnisse wechselseitig zu prüfen und zu ergänzen, wird die Freie Assoziation, die sich eher auf den Pol Gefahr bezieht, mit in die Methodentriangulation aufgenommen. Die Erkenntnisse aus den drei Methodenteilen werden dabei gleichermaßen gewichtet.

- Integration der vorliegenden Informationen:

  Für die Integration werden die Ergebnisse der drei Methodenteile zu den einzelnen Farben genutzt. Dabei wird auch die Ampelanalogie einbezogen. Die gewonnenen Erkenntnisse aus den drei Methoden werden im Schema Urgency Mapping in Bezug auf das Kontinuum von Gefahr bzw. Sicherheit zusammengefasst, um eine *Farbhierarchie* im Kontext von Sicherheit und Gefahr abzubilden.

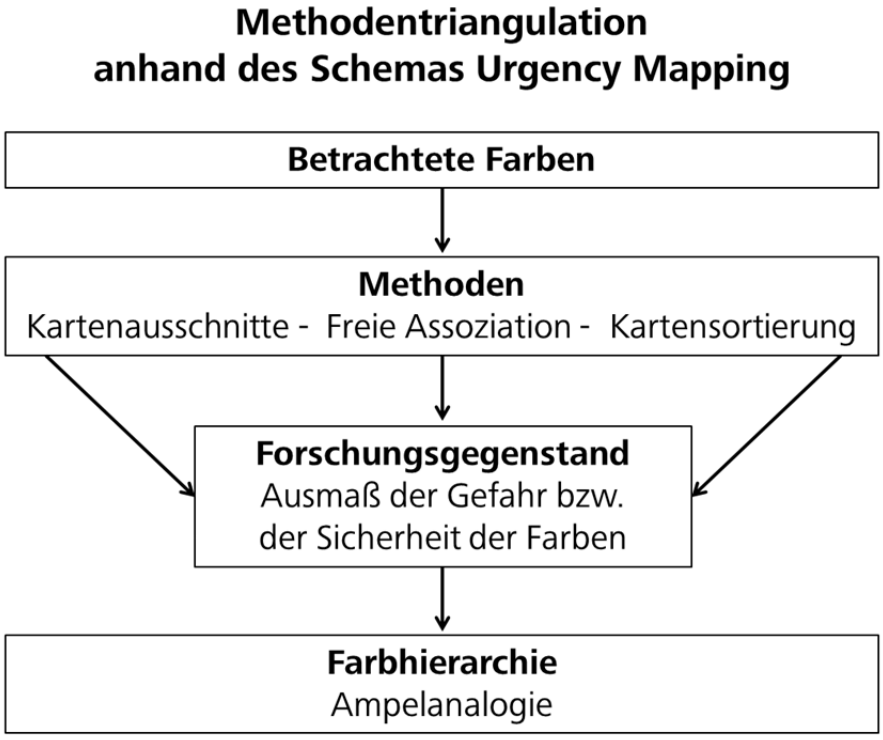


Abbildung 11. Übersicht über die Methodentriangulation zur Erstellung einer Farbhierarchie angelehnt an das Schema Urgency Mapping.

9.4 Datenerfassung und Ablauf

Die Daten der vorliegenden Methodentriangulation wurden von der Verfasserin der Arbeit und vier weiteren Versuchsleitern aus Deutschland, Korea, Russland und den USA erfasst. Die Versuchsleiter übersetzten gemeinsam mit der Verfasserin die Instruktionen aus dem Deutschen in die jeweilige Landessprache Koreanisch, Russisch oder amerikanisches Englisch. Die Versuchsleiter wurden für die Durchführung von der Verfasserin instruiert. Teilweise wurden die ersten Versuchsdurchgänge gemeinsam durchgeführt, um Rückfragen der Versuchsleiter zu ermöglichen und eine einheitliche Durchführung zu gewährleisten.

Alle Probanden nahmen nacheinander an den drei Methoden Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung teil. Der Ablauf der gesamten Untersuchung beinhaltete folgende Teile:

- Einverständniserklärung

  Die Einverständniserklärung beinhaltete allgemeine Informationen zu den Rahmenbedingungen der Untersuchung, zur Datenerfassung und anonymen Datenauswertung (Bedeutung, Risiko und Tragweite). Die Probanden erklärten sich mit ihrer Unterschrift einverstanden, an der Untersuchung teilzunehmen (informierte Einwilligung; Anhang A - 1). Zusätzlich wurden die Probanden darüber informiert, dass sie die Untersuchung jederzeit ohne Begründung und ohne jegliche negative Konsequenzen abbrechen konnten.
- Erfassung von soziodemografischen Informationen.

  Diese Angaben umfassten unter anderem Alter, Geschlecht, Nationalität, Beruf bzw. Studiengang, Häufigkeit der Nutzung der U-Bahn sowie eventuell vorhandene Sehschwächen. Der gesamte Bogen zur Erfassung der soziodemografischen Angaben findet sich auf Deutsch in Anhang A - 2.
- Auszug des Ishihara-Farbsehtests

  Um eine Farbfehlsichtigkeit (vgl. Abschnitt 3.2.2) bei den Probanden auszuschließen, wurde diese anhand eines Auszugs aus dem Ishihara-Farbsehtest (Ishihara, 1957) auf Rot-Grün-Farbfehlsichtigkeit sowie Achromatopsie getestet. Einbezogen wurden für die Untersuchung die Tafeln 07, 08, 12, 15 und 6 (Anhang A - 3).
- Methode: Kartenausschnitte (vgl. Abschnitt 10)
- Methode: Freie Assoziation (vgl. Abschnitt 11)
- Methode: Kartensortierung (vgl. Abschnitt 12)

Die Probanden erhielten für ihre Teilnahme keine monetäre Vergütung. Als Dankeschön wurden ihnen am Ende der Durchführung Schokolade und Gummibärchen angeboten.

Alle Versuchsleiter verwendeten für die Durchführung einen in die jeweilige Landessprache übersetzten Versuchsleiterbogen (vgl. Anhang A - 4). Für jeden Probanden wurden die Daten zum Ishihara-Farbsehtest sowie die Ergebnisse aus den drei Methodenteilen handschriftlich erfasst. Zusätzlich wurden die Auswahl der sichersten Ausgänge bei den Kartenausschnitten und die geäußerten Assoziationen mit einem digitalen Aufnahmegerät erfasst.

9.5 Technik

Die Methodenteile Kartenausschnitte und Freie Assoziation sowie alle Instruktionen wurden mit Hilfe des Programms E-Prime® auf einem 15''-Bildschirm (B 28,6 cm x H 21,4 cm) präsentiert. Die farbigen Karten der Methode Kartensortierung werden in Abschnitt 12.4.2 beschrieben. Die Probanden saßen während der Untersuchung bequem ca. 30 cm vom Bildschirm entfernt. Für die Eingabe nutzten sie eine handelsübliche Tastatur.

9.6 Die verwendete Farben aus dem RAL-Farbsystem

RAL Farben ist ein Geschäftsbereich des gemeinnützigen RAL Deutschen Instituts für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V., das neben der Entwicklung von Farbpaletten für Industrie und Produktdesign auch Farbsammlungen für verschiedene Nutzungsbereiche anbietet (RAL gemeinnützige GmbH, 2010). Tabelle 1 zeigt die Farbbezeichnung der einbezogenen Farben nach RAL Classic, ihre RAL-Nummer, zugehörige Farbwerte anhand des RGB-Farbraums und, falls vorhanden, Bespiele der Verwendung. Wegen der Verwendung der Farbe Weiß wurde die Farbe Hellgrau als Hintergrund einbezogen.

Tabelle 1

Farbbezeichnungen, RAL-Nummer, Farbwerte des RGB-Farbraums und Beispiele zur Verwendung der Farbe in der Praxis

Farbbezeichnung	RAL-Nummer	RGB-Farbraum			Verwendung
		R	G	B	
Laubgrün	RAL 6002	15	133	88	Signalfarbe für Erste Hilfe und Notausgang
Signalgelb	RAL 1003	247	186	11	Sicherheitskennzeichnung für Warnung, Vorsicht oder Hinweis
Reinorange	RAL 2004	231	91	18	Fahrzeuge ABC- und Fernmeldedienst im erweiterten Katastrophenschutz
Feuerrot	RAL 3000	171	37	36	Signalfarbe für Verbot, Halt und Notaus
Verkehrsweiß	RAL 9016	255	255	255	
Signalblau	RAL 5005	21	72	137	Gebotszeichen, Hinweiszeichen
Blaulila	RAL 4005	131	99	157	
Tiefschwarz	RAL 9005	0	0	0	
Hellgrau		217	217	217	

9.7 Stichprobenbeschreibung

Für die vorliegende Untersuchung wurden zwei Ausschlusskriterien in Bezug auf die Probanden festgelegt. Zum einen eine vorliegende Farbfehlsichtigkeit, zum anderen eine andere Nationalität als deutsch, koreanisch, russisch oder US-amerikanisch. Da die Untersuchung einen internationalen Vergleich anstrebte, bedurfte es eines entsprechenden Auswahlkriteriums; allein das örtliche Kriterium, dass die Untersuchung in den verschiedenen Ländern durchgeführt wurde, reichte hierfür nicht aus. Die Wahl fiel auf das Merkmal der Nationalität; dabei wurde davon ausgegangen, dass die Probanden über ausreichende Sprachkenntnisse in der jeweiligen Zielsprache verfügten, um die Instruktionen zu verstehen. Die Gesamtzahl der Probanden der Untersuchung setzte sich aus vier Teilstichproben zusammen: Es nahmen Probanden deutscher (DE), koreanischer (KR), russischer (RU) und US-amerikanischer (US) Nationalität an der Untersuchung teil. Weitere Ausschluss- oder Auswahlkriterien wurden nicht festgelegt. Insgesamt wurden 204 Probanden in die Auswertung einbezogen. Kein Proband brach die Untersuchung vorzeitig ab. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der Gesamtzahl der Probanden, die Anzahl der Probanden der Teilstichproben und die Häufigkeitsverteilung des Geschlechts. Tabelle 3 zeigt die Altersverteilung.

Tabelle 2

Gesamtzahl der Probanden, Anzahl der Probanden der Teilstichproben und Häufigkeitsverteilung des Geschlechts

	Gesamt	Teilstichprobe			
		DE	KR	RU	US
Anzahl Probanden	204	47	40	40	77
Männlich	64 (31 %)	20 (43 %)	19 (47,5 %)	11 (27,5 %)	14 (18 %)
Weiblich	140 (69 %)	27 (57 %)	21 (52.5 %)	29 (72.5 %)	63 (82 %)

Tabelle 3

Altersverteilung der gesamten Stichprobe und der Teilstichproben DE, KR, RU und US

Alter	Gesamt	Teilstichprobe			
		DE	KR	RU	US
M	25.48	24	34	25	22
SD	8.59	6	14	5	5
Min	17	17	18	19	18
Max	58	43	58	48	43

Die Probanden setzten sich aus Studenten und arbeitenden Personen verschiedener Fach- und Berufsgruppen zusammen. Um eine Darstellung zu ermöglichen, wurden übergreifende Kategorien gebildet und gleiche Berufe mit den entsprechenden Studiengängen zusammengefasst. Es wurden trotz dieser Zusammenfassung 31 Berufsgruppen gebildet, diese setzen sich unter anderem aus Biologie, Deutsch als Fremdsprache, Jura, Medizin, Politikwissenschaften und technische Berufe zusammen. Am häufigsten waren Probanden der Fächer Psychologie (26 Prozent), Kommunikationswissenschaften (neun Prozent) und Germanistik (sieben Prozent) vertreten. Es ist jedoch anzumerken, dass allein rund 25 Prozent der Probanden des Fachs Psychologie der Stichprobe US und rund sieben Prozent der Probanden des Fachs Germanistik der Stichprobe KR zugeordnet werden konnten. Insgesamt zeigte sich also eher ein inhomogenes Bild der Berufsgruppen.

Auf die Frage *Wie häufig nutzen Sie die U-Bahn*? gaben insgesamt 44 Prozent der Probanden an, die U-Bahn *nie* zu nutzen, 32 Prozent gaben an, die U-Bahn *gelegentlich* zu nutzen, 7 Prozent gaben an, die U-Bahn *seltener als vier Tage pro Woche* zu nutzen, neun Prozent (gerundeter Wert) nutzten die U-Bahn *mindestens vier Tage pro Woche,* und 7 Prozent (gerundeter Wert) nutzten die U-Bahn *täglich*. Da die Datenerfassung hauptsächlich in

Städten durchgeführt wurde, in denen es kein U-Bahnsystem gab, wurde die Frage gestellt, um zu erfassen, welche Erfahrungen die Probanden mit U-Bahnsystemen hatten. Insgesamt nutzten die Probanden die U-Bahn also eher selten. Die regelmäßigsten Nutzer der U-Bahn kamen aus der Teilstichprobe KR. Insbesondere die Probanden der Teilstichprobe US nutzten die U-Bahn nie. Abbildung 12 zeigt die Verteilung der Häufigkeit der Nutzung der U-Bahn getrennt nach Teilstichproben.

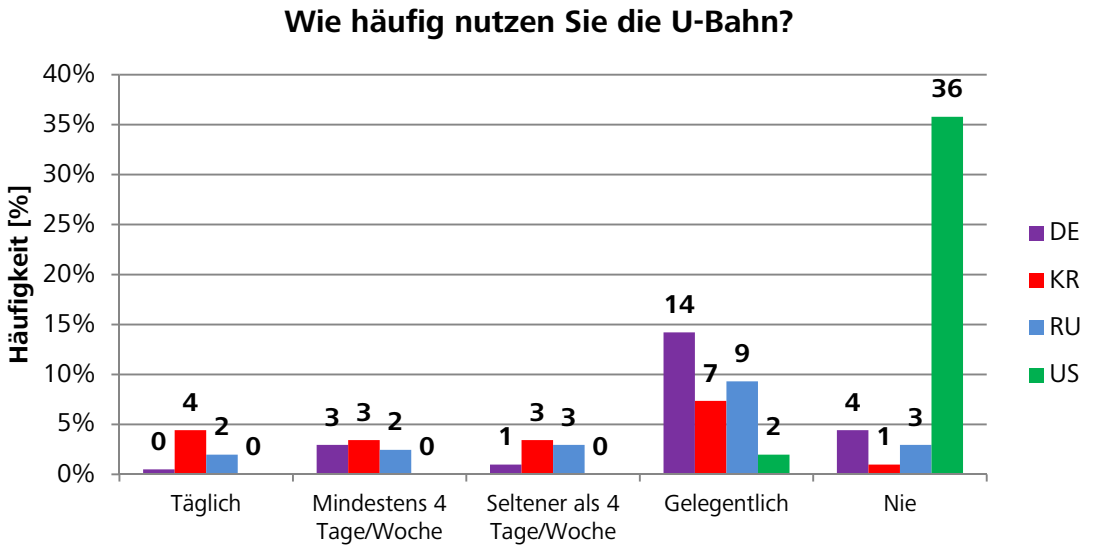


Abbildung 12. Häufigkeit der Nutzung der U-Bahn (gerundete Werte) getrennt nach Teilstichproben DE, KR, RU und US.

Bei 48 Prozent der Probanden lag keine Sehschwäche vor. 43 Prozent der Probanden waren kurzsichtig, sieben Prozent weitsichtig. In wenigen Fällen lagen eine Kurz- und Weitsichtigkeit (ein Prozent) vor. Ein Proband spezifizierte die Sehschärfenminderung als Astigmatismus (0.5 Prozent). Es wurde sichergestellt, dass vorhandene Sehbeeinträchtigungen die Probanden nicht negativ bei der Durchführung der Untersuchungsteile beeinflussten bzw. Sehschwächen mit einer Brille oder Kontaktlinsen ausgeglichen wurden.

Im Folgenden wird die Methode Kartenausschnitte sowie zugehörige Ergebnisse vorgestellt.

10. „Sicher nach draußen" – Die Auswahl des sichersten Ausgangs auf Kartenausschnitten anhand von Farben

10.1 Zusammenfassung Kartenausschnitte

Die Methode Kartenausschnitte (im Folgenden KA genannt) sollte Aufschluss darüber geben, welche Farben zur Kennzeichnung von sicheren und unsicheren Ausgängen auf Karten genutzt werden können und ob die Farben von den Probanden im Sinne der Ampelanalogie interpretiert werden. Die Probanden hatten die Aufgabe, auf grafischen Kartenausschnitten anhand der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange den sichersten Ausgang auszuwählen. Die Farben sollten dabei unterschiedliche Gefährdungen aufgrund des Austritts einer gesundheitsschädigenden chemischen Substanz an den Ausgängen darstellen.

In KA Forschungsfrage 1 wurde die Interpretation der Farben bei der Auswahl des sichersten Ausgangs hinsichtlich der Ampelanalogie untersucht. Die Ampelanalogie kann für die Farben Farbe Grün, Gelb, Orange und Rot bestätigt werden. Die Nutzung der Farben Grün und Rot kann für die Kennzeichnung von Sicherheit bzw. gefährdeten Bereichen empfohlen werden. Die Nutzung der Farben Gelb und Orange kann nicht eindeutig im Sinne einer Abstufung von Gefahr bzw. Sicherheit auf Kartenausschnitten empfohlen werden. Soll zwischen den Farben Grün und Rot eine weitere Abstufung der Gefährdung vermittelt werden, sollte auf Kartenausschnitten eher nur eine der beiden Farben, d. h. Gelb oder Orange, eingesetzt werden Die Farbe Blau wird unerwartet häufig als sicherster Ausgang ausgewählt. Die hohen Werte der Farbe Blau geben einen Hinweis darauf, dass ebenso Blau als sicher interpretiert wird. Dennoch empfiehlt sich eher die Verwendung der Farbe Grün. Eine Abstufung von Sicherheit durch Blau und Grün erscheint aus auf die Praxis bezogen nicht sinnvoll. Die Farbe Weiß wurde häufiger als die Farben Gelb, Orange, Rot und Lila, jedoch seltener als die Farben Grün und Blau als sicherster Ausgang ausgewählt. Dennoch wird die Farbe Weiß nicht zur Kennzeichnung von Gefährdungen oder Sicherheit empfohlen, da die Farbe Lila ähnlich hohe, unsichere Werte wie die Farben Gelb und Orange annimmt und eher als nicht sicher interpretiert wird. Die Farbe Lila stellte sich als die Farbe mit der größten Ambiguität heraus, da sie sowohl im Sinne von Gefahr als auch von mittlerer Gefahr interpretiert wird und wird zur Verwendung auf Kartenausschnitten deswegen nicht empfohlen.

Nicht nur die *Farbe der Ausgänge* hat Auswirkungen auf die Auswahl des Ausgangs (Auswahlstrategie Farbe). Vielmehr verfolgen die Probanden ferner die Auswahlstrategien *Position des Ausgangs*, die sich vor allem in der Auswahlstrategie *Tendenz zum mittleren Ausgang* äußert. Im Vergleich der beiden Auswahlstrategien zeigte sich sogar die hohe Relevanz der Position; zusammengefasst wird dies durch *Position schlägt Farbe.* Zudem schei-

nen sich die beiden Auswahlstrategien zu summieren, z. B. wenn ein mittlerer Ausgang mit einer als sicher interpretierten Farbe kombiniert wird.

Die Probanden schätzen ihre persönliche Gewissheit, mit der der sicherste Ausgang gewählt wurde, insgesamt mit insgesamt mit einer *mittleren* bis *hohen* Gewissheit ein, d. h. die Auswahl erfolgte nicht durch reines Schätzen. Es lag ein Zusammenhang zwischen den betrachteten Farben und der Gewissheit vor. Am sichersten waren sich die Probanden bei der Auswahl von grün eingefärbten Ausgängen und bei Farben, die eine Farbsymbolik von Sicherheit tragen (Grün, Blau, Weiß).

KA Forschungsfrage 2 gibt darüber Aufschluss, welche Farben zur Kennzeichnung von sicheren bzw. unsicheren Ausgängen auf Karten genutzt werden können und ob die Farben von den Probanden der einzelnen Teilstichproben im Sinne der Ampelanalogie interpretiert werden.

In der Teilstichprobe DE kann die Ampelanalogie für die Farben Grün, Gelb oder Orange und Rot bestätigt werden. Die Nutzung der Farben Grün und Rot kann für die Kennzeichnung von Sicherheit bzw. gefährdeten Bereichen empfohlen werden. Die Nutzung der Farben Gelb und Orange kann nicht eindeutig in Sinne einer Abstufung von Gefahr betrachtet werden, und nur eine der beiden Farben, d. h. Gelb oder Orange, sollte verwendet werden. Die Farbe Blau wurde ähnlich häufig wie die Farbe Grün als sicherster Ausgang ausgewählt. Dennoch empfiehlt sich eher die Verwendung der Farbe Grün. Die Farbe Weiß wurde häufiger als die Farben Gelb, Orange, Rot und Lila, jedoch seltener als die Farben Grün und Blau als sicherster Ausgang ausgewählt. Dennoch wird die Farbe Weiß nicht zur Kennzeichnung von Sicherheit oder Gefährdungen empfohlen. Die Farbe Lila liegt zwischen den Farben Grün und Blau bzw. Gelb, Orange und Rot. Dennoch erscheint die Verwendung der Farbe Lila als mittlere Gefährdung nicht eindeutig genug. Die Probanden der Teilstichprobe DE verfolgen sowohl die *Auswahlstrategie Farbe*, als auch die Auswahlstrategie *Position des Ausgangs* (*Tendenz zur Mitte)*. Im Vergleich der beiden Auswahlstrategien zeigte sich die hohe Relevanz der Position; zusammengefasst wird dies durch *Position schlägt Farbe.* Die Probanden DE schätzen ihre persönliche Gewissheit, mit der der sicherste Ausgang gewählt wurde, insgesamt mit einer *mittleren* bis *hohen* Gewissheit ein. Die höchste Gewissheit zeigt sich bei der Auswahl von grün eingefärbten Ausgängen als sicherster Ausgang.

In der Teilstichprobe KR kann die Ampelanalogie für die Farben Grün und Rot bestätigt werden. Die Farben Grün und Rot sollten für die Kennzeichnung von sicheren bzw. bereits gefährdeten Ausgängen genutzt werden. Für die Farben Orange und Gelb kann die Ampelanalogie bedingt bestätigt werden. Die Häufigkeiten der Auswahl dieser Farben lagen zwar zwischen den Farben Grün und Rot, aber auch die Farbe Weiß wurde ähnlich häufig

als sicherster Ausgang ausgewählt. Dies gab einen Hinweis daraus, dass die Probanden der Teilstichprobe KR Sicherheit mit den beiden Farben verbinden. Grundsätzlich erscheint es deshalb sinnvoll, nur die Farben Grün und Rot zur Kennzeichnung von Sicherheit bzw. Gefahr auf Kartenausschnitten zu verwenden. Sollen doch mehrere Gefährdungsstufen abgebildet werden, ist es zu empfehlen, eher die Farbe Orange zu verwenden, um einen mittleren Gefährdungsbereich abzubilden. Die koreanischen Probanden verbinden mit der Farbe Blau eher ein mentales Modell hinsichtlich *Erlaubnis* und *Sicherheit*. Grundsätzlich sollte die Farbe Grün anstatt der Farbe Blau zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden. Eine Abstufung von Sicherheit durch Blau und Grün erscheint auf die Praxis bezogen nicht sinnvoll. Ob die Farbe Weiß als geringe Sicherheit oder als Ausgang, über den keine Aussagen über Gefährdungen vorliegen, interpretiert wird, kann nicht eindeutig erklärt werden. Die koreanische Farbsymbolik von Weiß als Farbe der Trauer und des Todes kann jedoch eine Erklärung dafür liefern, dass Weiß mit *nicht sicher* assoziiert wird. Die Farbe Lila nahm ähnlich hohe Werte wie die Farbe Rot an und kann als nicht sicher interpretiert werden. Dennoch erscheint die Verwendung der Farbe Lila als mittlere Gefährdung nicht eindeutig genug. Die Probanden der Teilstichprobe KR verfolgten sowohl die *Auswahlstrategie Farbe*, als auch Auswahlstrategien in Bezug auf die Position des Ausgangs (*Tendenz zur Mitte; Tendenz nach außen)*. Im Vergleich der beiden Auswahlstrategien zeigt sich hier die hohe Relevanz der Position; zusammengefasst wird dies durch *Position schlägt Farbe.* Die Probanden KR schätzen ihre persönliche Gewissheit, mit der der sicherste Ausgang gewählt wurde, insgesamt mit einer *mittleren* bis *hohen* Gewisssheit ein. Es konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen den Einschätzungen, nach denen ein Ausgang ausgewählt wurde, und den Farben nachgewiesen werden.

In der Teilstichprobe RU kann die Ampelanalogie für die Farben Grün und Rot bedingt bestätigt werden. Die Farben Orange und Gelb werden als mittlerer Gefährdungsbereich zwischen Rot und Grün aufgefasst. Die Farbe Gelb wird etwas häufiger als die Farbe Orange als sicherster Ausgang betrachtet, und die beiden Farben wurden so nicht eindeutig unterschieden. Als Besonderheit in dieser Teilstichprobe zeigt sich, dass die Farbe Blau etwas häufiger als die Farbe Grün als sicherster Ausgang ausgewählt wird. Eine eindeutige Abstufung der beiden Farben kann nicht festgelegt werden. Die Farbe Weiß wurde häufiger als die Farben Gelb, Orange, Rot, und Lila, jedoch seltener als die Farben Grün und Blau als sicherster Ausgang ausgewählt. Dennoch wird die Farbe Weiß nicht zur Kennzeichnung von Sicherheit oder Gefährdungen empfohlen. Die Farbe Lila nahm ähnlich hohe Werte wie die Farbe Rot an und kann als nicht sicher interpretiert werden. Dennoch erscheint die Verwendung der Farbe Lila als mittlere Gefährdung nicht eindeutig genug. Die Probanden der Teil-

stichprobe RU verfolgten sowohl die *Auswahlstrategie Farbe* als auch die Auswahlstrategie in Bezug auf die *Position* des Ausgangs (*Tendenz zur Mitte)*. Im Vergleich der beiden Auswahlstrategien zeigt sich wieder die hohe Relevanz der Position des Ausgangs, zusammengefasst wird dies durch *Position schlägt Farbe.* Die Probanden RU schätzen ihre persönliche Gewissheit, mit der der sicherste Ausgang gewählt wurde, insgesamt mit einer *mittleren* bis *hohen* Gewissheit ein. Es konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen den Einschätzungen, nach denen ein Ausgang ausgewählt wurde, und den Farben nachgewiesen werden. Die höchste Gewissheit zeigte sich aber bei der Auswahl von grünen Ausgängen.

In der Teilstichprobe US kann die Ampelanalogie für die Farben Grün und Rot eindeutig bestätigt werden. Für die Farben Orange und Gelb kann die Ampelanalogie bedingt bestätigt werden. Die Häufigkeiten der Auswahl dieser Farben lagen zwar zwischen den Farben Grün und Rot, aber auch die Farbe Lila wurde ähnlich häufig wie die Farbe Gelb als sicherster Ausgang ausgewählt. Die Nutzung der Farben Gelb und Orange kann nicht eindeutig im Sinne einer Abstufung von Gefahr betrachtet werden, und nur eine der beiden Farben, d. h. Gelb oder Orange, sollte verwendet werden. Die Farbe Blau wurde unerwartet häufig als sicherster Ausgang ausgewählt und erzielte ähnlich hohe Werte wie die Farbe Grün. Eine Abstufung von Sicherheit durch Blau und Grün erscheint auf die Praxis bezogen nicht sinnvoll. Die Farbe Weiß wurde häufiger als die Farben Gelb, Orange, Rot und Lila, jedoch seltener als die Farben Grün und Blau als sicherster Ausgang ausgewählt. Dennoch wird die Farbe Weiß nicht zur Kennzeichnung von Sicherheit oder Gefährdungen empfohlen. Die Farbe Lila nahm ähnlich hohe Werte wie die Farbe Gelb an und liegt so zwischen den Häufigkeiten der Farben Grün und Rot. Zur Kennzeichnung einer mittleren Gefährdung sollte dennoch besser eine der Farben Gelb oder Orange genutzt werden. Die Probanden der Teilstichprobe US verfolgten sowohl die *Auswahlstrategie Farbe* wie die Auswahlstrategie in Bezug auf die Position des Ausgangs (*Tendenz zur Mitte; Tendenz nach links-außen)*. Zwischen den beiden Auswahlstrategien zeigt sich eine Wechselwirkung und beide Auswahlstrategien scheinen ähnlich relevant. Die Probanden US schätzen ihre persönliche Gewissheit, mit der der sicherste Ausgang gewählt wurde, insgesamt mit einer *mittleren* bis *hohen* Gewissheit ein. Die höchste Gewissheit zeigt sich bei der Auswahl von grün eingefärbten Ausgängen als sicherster Ausgang.

In KA Forschungsfrage 3 wurden Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Teilstichproben DE, KR, RU und US untersucht. Für alle Teilstichproben wurde die Ampelanalogie angenommen. Ebenso zeigten sich geringfügige Unterschiede bei den Farben Blau, Weiß und Lila. In Bezug auf die Auswahlstrategien zeigte sich bei den Teilstichproben DE, KR und RU, dass die *Position des Ausgangs* vor der *Farbe des Ausgangs* favorisiert wird. Die Vertei-

lungen der Gewissheit, mit der der sicherste Ausgang gewählt wurde, zeigt über die Teilstichproben hinweg ein homogenes Bild. Nur die Probanden der Teilstichprobe RU waren sich in ihrer Auswahl des sichersten Ausgangs etwas sicherer als die anderen Probanden.

10.2 Einführung zur Methode Kartenausschnitte

Die Methode Kartenausschnitte (KA) fokussierte sich auf die farbige Kennzeichnung von sicheren bzw. unsicheren Ausgängen auf dem Kartenausschnitt eines U-Bahnhofes. Die Probanden hatte die Aufgabe, anhand der verwendeten Farben der Ausgänge die Gefährdung aufgrund des Austrittes einer gesundheitsschädigenden chemischen Substanz einzuschätzen und den für die Fahrgäste am besten geeigneten, d. h. sichersten, Ausgang auszuwählen. Es wurde immer derselbe Kartenausschnitt verwendet. Insgesamt wurden sechs Ausgänge in 13 unterschiedlichen Variationen eingefärbt. Die Methode KA wurde angelehnt an übliche Auswahlverfahren bzw. Antwort-Wahl-Verfahren, wie z. B. in Moosbrugger und Kelava (2012) beschrieben. Als Besonderheit hatten die Probanden die Aufgabe, die *richtige* Antwort durch Auswahl des sichersten Ausgangs festzulegen.

10.3 Forschungsfragen Kartenausschnitte

Für die Methode KA werden keine Hypothesen im engeren Sinn aufgestellt. Dennoch lassen sich Forschungsfragen formulieren. Die Methode KA erfasste die Auswahl der sichersten Ausgänge auf schematischen Kartenausschnitten aufgrund der verwendeten Farben. In der Auswertung werden folgende Forschungsfragen betrachtet:

KA Forschungsfrage 1

Wie werden die verwendeten Farben auf schematischen Kartenausschnitten interpretiert?

Zusätzlich wurden theoriegeleitet folgende Annahmen getroffen:

- Die Farben Rot, Orange, Gelb und Grün werden der Ampelanalogie entsprechend interpretiert.
- Die Farbe Blau wird als sicher interpretiert.
- Die Farbe Weiß wird als sicher interpretiert.
- Die Farbe Lila wird als nicht sicher interpretiert.

KA Forschungsfrage 2

Wie werden die verwendeten Farben auf schematischen Kartenausschnitten von einer Teilstichprobe interpretiert?

Zusätzlich wurden theoriegeleitet folgende Annahmen getroffen:

- Die Farben Rot, Orange, Gelb und Grün werden der Ampelanalogie entsprechend interpretiert.
- Die Farbe Blau wird als sicher interpretiert.
- Die Farbe Weiß wird als sicher interpretiert.
- Die Farbe Lila wird als nicht sicher interpretiert.

KA Forschungsfrage 3

Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede zeigen sich zwischen den Teilstichproben DE, KR, RU und US bei der Auswahl der sichersten Ausgänge auf den Kartenausschnitten anhand der verwendeten Farben?

10.4 Die Methode der Kartenausschnitte

10.4.1 Stichprobe

Die Stichprobe der KA setzte sich aus deutschen, koreanischen, russischen und US-amerikanischen Probanden zusammen. Detaillierte Beschreibungen der Stichprobe bzw. der Teilstichproben sowie der Versuchsleiter befinden sich in Abschnitt 9.7. Der Proband mit der Kennung 487 musste aufgrund einer fehlerhaften Erfassung der Daten ausgeschlossen werden.

10.4.2 Material und Ablauf

Die Instruktion und die Kartenausschnitte wurden auf einem Bildschirm präsentiert. Sowohl die Instruktion als auch die Kartenausschnitte wurden entsprechend der Teilstichprobe in deutscher, koreanischer, russischer oder englischer Sprache präsentiert. Die Probanden sollten sich vorstellen, dass sie Mitarbeiter in einem U-Bahn-Verkehrsbetrieb sind und in der zugehörigen Verkehrsleitstelle vor Bildschirmen arbeiten. Zur Verdeutlichung der Ausgangssituation wurden den Probanden Abbildung 13 präsentiert.

Abbildung 13. Darstellung eines Bildschirmarbeitsplatzes in einer Verkehrsleitstelle eines deutschen U-Bahnverkehrsbetriebs.

Als Ausgangslage wurde in der Instruktion angegeben, dass es während der Arbeitszeit an einem U-Bahnsteig zur Freisetzung eines Gefahrstoffes gekommen sei und den Probanden ein Kartenausschnitt des betroffenen U-Bahnsteigs auf einem Bildschirm vor ihnen gezeigt werde. Die Probanden hatten dann die Aufgabe, anhand der verwendeten Farben der Ausgänge die Gefährdung einzuschätzen und den für die Fahrgäste am besten geeigneten, d. h. sichersten, Ausgang zu bestimmen. Als Hilfsfrage für die Probanden diente dabei: *Welcher ist der sicherste Ausgang für die Fahrgäste?* Die Probanden wurden in der Instruktion aufgefordert, so schnell wie möglich nach der Einblendung des Kartenausschnittes einen Ausgang zu wählen und den am besten geeigneten Ausgang mündlich zu nennen. Der Versuchsleiter notierte den Buchstaben bzw. die Nummer des Ausgangs. Die Präsentationszeit der Instruktionen und der Kartenausschnitte konnten die Probanden selbst bestimmen. Durch selbstständiges Drücken der Leertaste auf der Tastatur erfolgte jeweils ein Wechsel zur nächsten Seite. Nach der Auswahl des sichersten Ausgangs wurden die Probanden aufgefordert, auf einer Skala von 1 = *gar nicht sicher* bis 10 = *sehr sicher* einzuschätzen, wie sicher sie sich tatsächlich darin waren, den sichersten Ausgang für die Fahrgäste ausgewählt zu haben (im Folgenden als *Gewissheit* bezeichnet). Dafür wurde die Hilfsfrage *Wie sicher sind Sie sich, dass Sie den sichersten Ausgang genannt haben?* eingeblendet. Die Einschätzung der Gewissheit wurde auf einem Antwortbogen handschriftlich von den Probanden für jeden Kartenausschnitt notiert (der Antwortbogen Gewissheit befindet sich in Anhang B - 4 der DVD). Insgesamt wurden jedem Probanden 13 verschiedene Kartenausschnitte in randomisierten Reihenfolgen präsentiert. Alternierend wurden alle Kartenausschnitte bzw. Fragen präsentiert, die zur Einschätzung der Gewissheit der Auswahl aufforderten. Die Instruk-

tionen in deutscher, koreanischer, russischer und englischer Sprache befinden sich in Anhang B - 1.

Beschreibung der Kartenausschnitte

Es wurden zwei Kartenausschnitte verwendet, einer für den Probedurchgang und einer für die tatsächliche Untersuchung. Beide Kartenausschnitte stellten U-Bahnsteige in einer Ansicht von oben dar. Die Kartenausschnitte wurden zum Zeitpunkt der Untersuchung in einer Betriebsleitstelle eines deutschen U-Bahnverkehrsbetriebes verwendet. Die Kartenausschnitte wurden jedoch mit einem Malprogramm vereinfacht, architektonische Elemente und schriftliche Beschreibungen wurden entfernt und in Grautönen so eingefärbt, dass nur noch die Farben Grau und Schwarz auf grauem Hintergrund vorhanden waren. Alle verwendeten Farben nach RAL werden in Abschnitt 9.6 beschrieben. Für die Einfärbung der Ausgänge wurde die Transparenz der RAL-Farben auf zehn Prozent eingestellt, um die Strukturen der Ausgänge sichtbar zu lassen.

Nach der allgemeinen Instruktion wurde den Probanden zur Orientierung ein Kartenausschnitt als Probedurchgang präsentiert (siehe Abbildung 14). Die sieben Ausgänge wurden mit den Buchstaben A, E, I, O, U, Z und V in schwarzer Farbe beschriftet. Für den Probedurchgang wurden die Ausgänge A, I, U und Z in der Farbe Rosa, die Ausgänge E, O und V in der Farbe Braun eingefärbt. Dieser Kartenausschnitt unterschied sich im Aufbau von dem Kartenausschnitt der tatsächlichen Studie, ebenso wie die für die Ausgänge verwendeten Farben Rosa und Braun. Für ein besseres Verständnis wurde den Probanden eine Legende eingeblendet, die die dargestellten Symbole für Ausgänge, Rolltreppen und Verkaufsstände beschreibt. Die Legende wurde auf den Kartenausschnitten der Untersuchung nicht mehr eingeblendet. Während der Instruktionsphase und des Probedurchgangs hatten die Probanden die Möglichkeit, Fragen zum Ablauf an die Versuchsleiter zu stellen. Einige Probanden fragten, wo sich die Fahrgäste auf den Kartenausschnitten aufhalten. Die Versuchsleiter gaben an, dass die Fahrgäste auf dem Bahnsteig verteilt seien und keine genauen Aussagen zu ihren Aufenthaltsorten gemacht werden könnten.

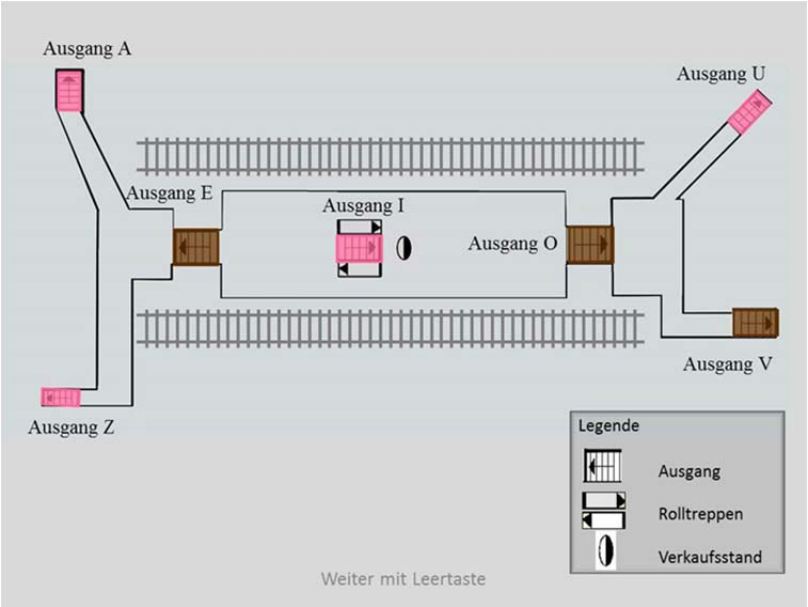


Abbildung 14. Kartenausschnitt für den Probedurchgang mit den Farben Rosa und Braun sowie einer Legende.

Auf den Kartenausschnitten der tatsächlichen Untersuchung waren sechs Ausgänge verzeichnet. Diese Ausgänge wurden bei den Teilstichproben DE und RU mit den Vokalen A, E, I, O, U und dem Konsonant Z bzw. den kyrillischen Buchstaben А, Е, И, О, У und М benannt, um eine eindeutige lautliche Unterscheidung zu ermöglichen. In den Teilstichproben KR und US wurden die Ausgänge mit den Ziffern von 1 bis 6[16] benannt, da diese Art der Benennung in den U-Bahnsystemen dieser Länder eher verwendet wird als die Benennung mit Buchstaben. In der koreanischen Sprache werden den Ziffern bzw. Nummern noch sogenannte Zähleinheitswörter hinzugefügt, z. B. 2 번 (beon). So lautet beispielsweise die wörtliche Übersetzung von 2 번 출구 *Ausgang Nummer 2*.

Für die farbliche Einteilung der Ausgänge auf dem Kartenausschnitt wurden zwei Ausgangslagen festgelegt:

- Ausganglage 1: Gefährdung im rechten Bereich des U-Bahnsteigs:
  In Ausgangslage 1 wurde eine vorherrschende Gefährdung, z. B. durch eine Gasausbreitung, an den Ausgängen O/4 und U/5 angenommen, und die Ausgänge wurden vor allem in der Farbe Rot eingefärbt. Für eine mittlere oder ungewisse Gefährdung wurden die Ausgänge I/3 und Z/6 vor allem in den Farben Orange und Gelb eingefärbt. Die Ausgänge A/1 und E/2 wurden als sicher bzw. nicht gefährdet angenom-

[16] Um beiden Benennungen gerecht zu werden, werden die Ausgänge im Folgenden benannt durch A/1, E/2, I/3, O/4, U/5 und Z/6. In der Beschreibung der Ergebnisse werden zur Vereinfachung nur die Benennungen aus der deutschen Teilstichprobe genannt.

men und mit den Farben Grün, Blau oder Weiß eingefärbt. Abbildung 15 zeigt Ausgangslage 1 auf einem Kartenausschnitt der Teilstichprobe KR.

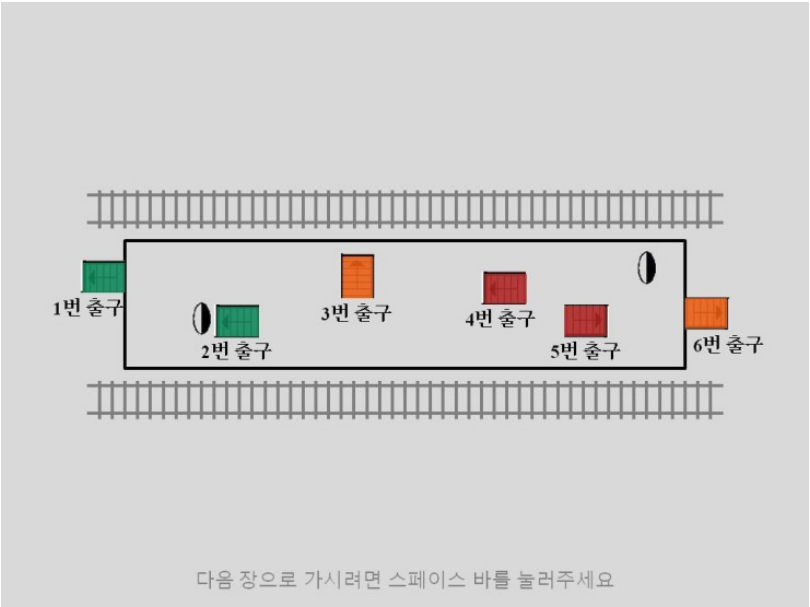


Abbildung 15. Kartenausschnitt Nummer 9 der Teilstichprobe KR zeigt die Ausganglage 1 Gefährdung im rechten Bereich des U-Bahnsteigs für die farbliche Einteilung der Ausgänge A/1, E/2, I/3, O/4, U/5 und Z/6 in den Farben Grün, Orange und Rot.

- Ausganglage 2: Gefährdung im mittleren Bereich des U-Bahnsteigs:

  In Ausgangslage 2 wurde eine vorherrschende Gefährdung, z. B. durch eine Gasausbreitung, an dem mittleren Ausgang I/3 angenommen; die Ausgänge wurden vor allem in den Farben Rot und Lila eingefärbt. Für eine mittlere oder ungewisse Gefährdung wurden die Ausgänge E/2 und O/4 vor allem in den Farben Orange, Gelb und Weiß eingefärbt. Die Ausgänge A/1, U/5 und Z/6 wurden als sicher bzw. nicht gefährdet angenommen und mit den Farben Grün, Blau und Weiß eingefärbt. Abbildung 16 zeigt Ausgangslage 2 auf einem Kartenausschnitt der Teilstichprobe US.

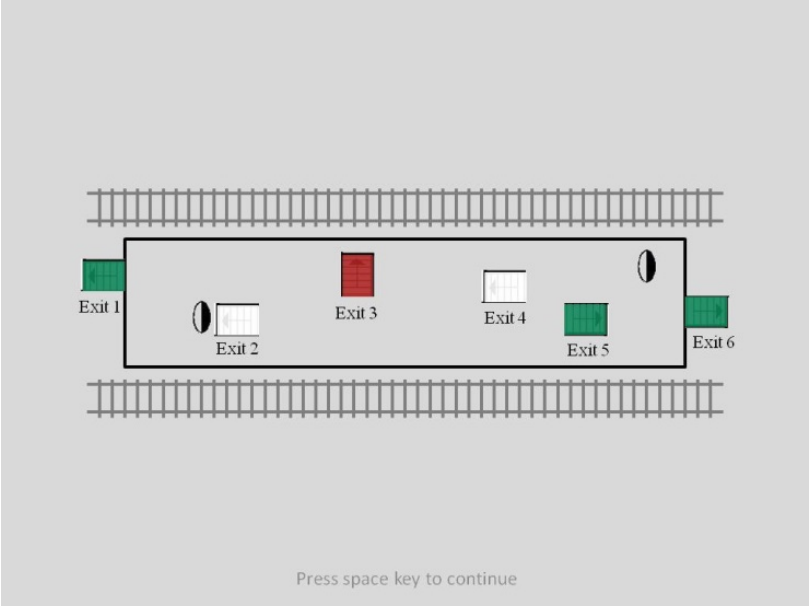


Abbildung 16. Kartenausschnitt Nummer 6 der Teilstichprobe US zeigt die Ausganglage 2 Gefährdung im mittleren Bereich des U-Bahnsteigs für die farbliche Einteilung der Ausgänge A/1, E/2, I/3, O/4, U/5 und Z/6 in den Farben Grün, Weiß und Rot.

Anhand der Ausgangslagen 1 und 2 wurden 13 Kartenausschnitte gestaltet, in denen die Ausgänge mit den Farben Grün, Gelb, Orange, Rot, Blau und Lila unterschiedlich eingefärbt waren. Auf jedem Kartenausschnitt wurden, den Ausgangslagen 1 und 2 folgend, nie mehr als drei Farben auf einmal verwendet. Aus diesem Grund wurden jeweils elf Ausgänge in den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb und Lila eingefärbt. Aufgrund der 78 möglichen Ausgänge wurden zwölf Ausgänge in der Farbe Orange eingefärbt. Die 13 Kartenausschnitte wurden für alle Teilstichproben genutzt; die Benennung der Ausgänge wurde entsprechend angepasst. Die 13 Kartenausschnitte befinden sich auf der beigefügten DVD in Anhang B - 2.

10.4.3 Datenaufbereitung und Auswertungsstrategie

In der Methode KA wurde eine Kombination aus qualitativer und quantitativer Auswertungsstrategie verfolgt. Die Probanden wählten den ihrer Einschätzung nach sichersten Ausgang pro Kartenausschnitt und machten Angaben über die Gewissheit, mit der sie diesen Ausgang als sichersten gewählt hatten.

Zunächst werden die Daten aufbereitet und die Häufigkeitsverteilungen der Farben für jeden der 13 Kartenausschnitte und getrennt nach den Ausgängen A/1, E/2, I/3, O/4, U/5 und Z/6 deskriptiv beschrieben. Für den Vergleich der Farben untereinander (KA Forschungsfrage 1 und 2) und den Vergleich der Farben zwischen den Teilstichproben (KA Forschungs-

frage 3) wurden die absoluten Häufigkeiten anhand der Anzahl der möglichen Ausgänge normiert. Für jede Farbe wurde berechnet, wie häufig die Probanden die Farbe über alle Kartenausschnitte hinweg als sichersten Ausgang ausgewählt hatten. Diese absolute Häufigkeit wurde normiert anhand der Anzahl der Kartenausschnitte, auf denen diese Farbe vorhanden war. Von den Probanden wurden die Ausgänge in der Farbe Grün beispielsweise 420-mal als sicherster Ausgang ausgewählt und waren auf vier Kartenausschnitten vorhanden (vgl. Tabelle 5). Die Normierung ergab einen Wert von 105. Dieser normierte Wert der Farbe Grün wurde mit einem weiteren normierten Wert verglichen. Dieser resultierte aus den nicht grün eingefärbten Ausgängen auf den vier Kartenausschnitten, auf denen die Farbe Grün vorhanden war. Es wurde die absolute Häufigkeit berechnet, wie häufig die Probanden insgesamt die nicht grün eingefärbten Ausgänge als sichersten Ausgang ausgewählt hatten. Im Fall der Farbe Grün wurden die nicht grün eingefärbten Ausgänge 388-mal als sicherster Ausgang gewählt. Diese absolute Häufigkeit wurde wiederum anhand der betrachteten Anzahl der Kartenausschnitte normiert. Im Fall der Farbe Grün ergab sich bei Division von 388 durch 4 ein Wert von 97. Zur Vereinfachung der Vergleiche wurden für die normierten Werte prozentuale Anteile berechnet. Die normierten Werte der Teilstichproben DE, KR, RU und US wurden analog dazu berechnet.

Zusätzlich wurden die Auswahlstrategien für den sichersten Ausgang qualitativ betrachtet. In den KA Forschungsfragen 1 und 2 wurde die Gewissheit, dass die Probanden den sichersten Ausgang ausgewählt hatten, betrachtet. Um einen Zusammenhang zwischen der Gewissheit und den Farben zu untersuchen, wurden die Einschätzungen der zehnstufigen Skala in drei Bereiche unterteilt: *Niedrige Sicherheit* für die Einschätzungen von 1 bis 3, *mittlere Sicherheit* für die Einschätzungen von 4 bis 7 und *hohe Sicherheit* für die Einschätzungen von 8 bis 10. Für einen Vergleich der Verteilungen der Gewissheit zwischen den Teilstichproben wurden Boxplots nach Zaiontz (2013-2015) erstellt (KA Forschungsfrage 3).

10.5 Ergebnisse Kartenausschnitte

10.5.1 Ergebnisse KA Forschungsfrage 1: Die Untersuchung der Ampelanalogie auf Kartenausschnitten

Die Kartenausschnitte sollten Aufschluss darüber geben, welche Farben zur Kennzeichnung von sicheren und unsicheren Ausgängen auf Karten genutzt werden können und ob die Farben von den Probanden im Sinne der Ampelanalogie interpretiert werden. Dafür wurden die betrachteten Farben anhand folgender Forschungsfragen untersucht:

KA Forschungsfrage 1

Wie werden die verwendeten Farben auf schematischen Kartenausschnitten interpretiert?

Zusätzlich wurden theoriegeleitet folgende Annahmen getroffen:

- Die Farben Rot, Orange, Gelb und Grün werden der Ampelanalogie entsprechend interpretiert.
- Die Farbe Blau wird als sicher interpretiert.
- Die Farbe Weiß wird als sicher interpretiert.
- Die Farbe Lila wird als nicht sicher interpretiert.

In einem ersten Schritt wurden für jeden Kartenausschnitt die Häufigkeiten der von den Probanden ausgewählten Farben in Abhängigkeit der Ausgänge A/1, E/2, I/3, O/4, U/5 und Z/6 berechnet. Tabelle 4 zeigt in der Übersicht die Verteilungen der Häufigkeiten. In einer explorativen Sichtung zeigte sich, dass die Verteilungen unterschiedlich ausfielen und offensichtlich sowohl die verwendeten Farben als auch die Position des Ausgangs eine Rolle gespielt hatten.

Tabelle 4

Verteilung der absoluten Häufigkeiten der ausgewählten eingefärbten Ausgänge getrennt nach Kartenausschnitten und Ausgängen

Kartenausschnitt	Ausgang						Anzahl der Probanden
	A / 1	E / 2	I / 3	O / 4	U / 5	Z / 6	
1	32	21	47	26	41	36	203
2	32	27	44	25	50	25	203
3	36	21	59	22	35	30	203
4	44	20	50	25	36	27	202
5	27	30	42	38	42	24	203
6	27	26	47	33	36	34	203
7	52	47	54	9	16	25	203
8	25	23	105	10	18	21	202
9	55	52	47	13	11	22	200
10	43	38	60	11	22	29	203
11	50	47	43	13	26	23	202
12	40	35	58	23	17	30	203
13	50	47	55	13	16	22	203
Summe pro Ausgang	513	434	711	261	366	348	2633

Anmerkung: Die Tabelle zeigt nur gültige Werte.

Für die Überprüfung der Ampelanalogie sollte eine vergleichende Betrachtung der Farben ermöglicht werden. Da die farbigen Ausgänge auf den Kartenausschnitten anhand der beiden Ausgangslagen gestaltet wurden und so die Farben auf den einzelnen Kartenausschnitten in Position und Anzahl variierten, wurde für den Vergleich eine Normierung der erfassten Häufigkeiten vorgenommen. Die vorgenommene Normierung wird im Abschnitt 10.4.3 beschrieben. Tabelle 5 zeigt die analog gebildeten normierten Werte für alle Farben.

Tabelle 5

Absolute Häufigkeiten, Anzahl der Kartenausschnitte, auf denen die Farbe vorhanden war, normierte Werte anhand der Anzahl der Kartenausschnitte für die ausgewählten sichersten Ausgänge sowie die Verteilungen der Farben in Bezug auf die ausgewählten Ausgänge

Farbe	Anzahl Auswahl	Anzahl der Kartenausschnitte	Normierter Wert der Farbe	Ausgang					
				A/1	E/2	I/3	O/4	U/5	Z/6
Weiß	390	5	78 (38 %)	115	129	0	71	50	25
Grün	420	4	105 (52 %)	158	52	0	0	113	97
Rot	244	7	35 (17 %)	0	0	133	46	65	0
Blau	493	5	99 (49 %)	163	94	105	0	77	54
Gelb	321	5	64 (32 %)	25	41	113	51	18	73
Lila	423	7	60 (30 %)	52	47	216	36	43	29
Orange	342	6	57 (28 %)	0	71	144	57	0	70
Summe	2633			513	434	711	261	366	348

Anmerkung: Die Tabelle zeigt nur gültige Werte.

Im Vergleich zeigte sich eine eindeutige Bestätigung der Ampelanalogie für die Farben Grün und Rot. Die Farbe Grün wurde in 52 % der Fälle als sicherster Ausgang ausgewählt, die Farbe Rot nur in 17 % der Fälle. Die Farben Orange und Gelb stellen einen mittleren Bereich zwischen den Farben Rot und Grün dar und entsprechen damit der Ampelanalogie. Ausgänge in den Farben Orange und Gelb wurden in rund einem Drittel der Fälle als sicherster Ausgang betrachtet, ebenso wie Ausgänge der Farbe Lila. Die Farbe Blau wird häufig mit dem sichersten Ausgang assoziiert (49 %). Die Farbe Weiß wurde in 38 % der Fälle mit dem sichersten Ausgang in Verbindung gebracht und lag damit eher im mittleren Bereich zwischen den anderen Farben.

Tabelle 5 zeigt die Spaltensummen der Häufigkeiten für die Auswahl eines bestimmten Ausgangs, z. B. A/I wurde insgesamt 513-mal gewählt. Diese Spaltensummen zeigen einen unerwarteten Einfluss der *Position des Ausgangs* bei der Auswahl des sichersten Ausgangs durch die Probanden. So wurde am häufigsten der Ausgang I/3 in der Mitte des Kartenausschnittes (711; 27 %), gefolgt von den Ausgängen A/1 (513; 19 %) und E/2 (434; 16 %) ausgewählt. Die Probanden verfolgten offensichtlich zwei verschiedene Auswahlstrategien:

- Zum einen die Auswahl des Ausgangs anhand der Farbe: Diese Auswahlstrategie kann z. B. durch Auswahl der linksliegenden Ausgänge A/1 (513; 19 %) und E/2 (434; 16 %) erklärt werden, da diese Ausgänge besonders häufig mit den Farben Grün, Blau und Weiß eingefärbt wurden und häufig als sicherster Ausgang ausgewählt wurden, z. B. Kartenausschnitt 9 oder 11.
- Zum anderen die Auswahl des sichersten Ausgangs anhand der Position: Diese *Auswahlstrategie Position* bzw. der *Tendenz zu Mitte* erklärt die vergleichsweise hohen absoluten Häufigkeiten der Farben Rot, Orange, Gelb oder Lila bei Ausgang I/3. Ausgang I/3 wurde insgesamt am häufigsten (711; 27%) ausgewählt, obwohl dieser Ausgang nie mit der Farbe Grün oder Weiß eingefärbt war. Als Beispiel kann dafür Kartenausschnitt 6 herangezogen werden, bei dem die Farbe Rot insgesamt 47-mal bei Ausgang I/3 ausgesucht wurde, obwohl die anderen Ausgänge Weiß und Grün eingefärbt waren. Dieses Ergebnis kann mit dem Ausdruck *Position schlägt Farbe* beschrieben werden.

Aufgrund der zwei gewählten Ausgangslagen waren die Ausgänge I/3 und O/4 nie grün eingefärbt. Einen Hinweis darauf, dass sich diese beiden Auswahlstrategien summieren könnten, zeigte sich bei Kartenausschnitt 8, bei dem die Farbe Blau am allerhäufigsten (105) ausgewählt wurde (vgl. Tabelle 5).

Die Probanden schätzten nach jedem Kartenausschnitt auf einer Skala von 1 = *gar nicht sicher* bis 10 = *sehr sicher* ein, wie sicher sie sich darin waren (Gewissheit), den sichersten Ausgang gewählt zu haben (*Wie sicher sind Sie sich, dass Sie den sichersten Ausgang genannt haben?*). Aufgrund dieser Angaben wurde untersucht, ob die Auswahl der Farbe des sichersten Ausgangs mit der Einschätzung der Gewissheit in Zusammenhang stand. Abbildung 17 bestätigt für alle Daten, dass die Probanden die Gewissheit in ihrer Auswahl der Ausgänge als hoch einstuften ($M = 7.1$, $SD = 2.07$; $Mdn = 7$).

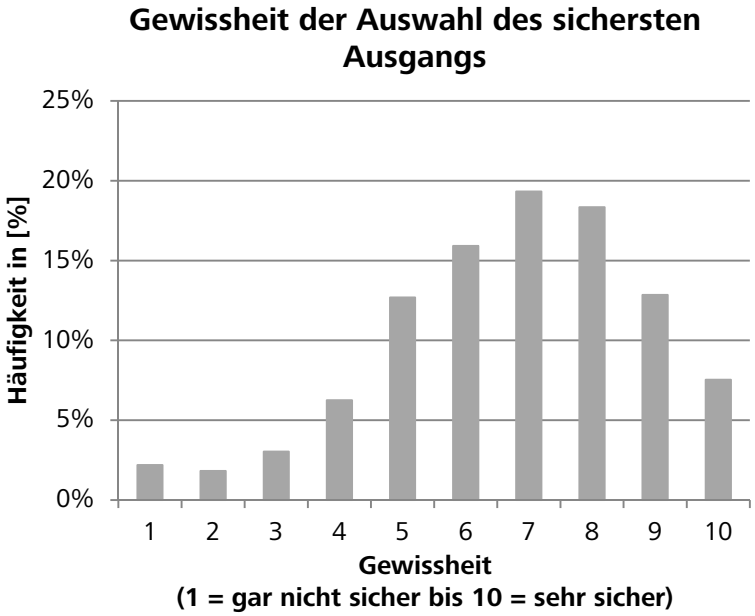


Abbildung 17. Verteilung der Einschätzung der Gewissheit, mit der der sicherste Ausgang gewählt wurde.

In einem nächsten Schritt wurden für jede Farbe die Einschätzungen der Gewissheit, mit der ein Ausgang gewählt wurde, betrachtet. Dafür wurden die Einschätzungen der zehnstufigen Skala in drei Bereiche unterteilt: *Niedrige Gewissheit* für die Einschätzungen von 1 bis 3, *mittlere Gewissheit* für die Einschätzungen von 4 bis 7 und *hohe Gewissheit* für die Einschätzungen von 8 bis 10. Zwischen den Farben und den drei Bereichen bestand ein hoch signifikanter Zusammenhang, da X^2 (12, N = 2632) = 37.50, $p < .001$. Abbildung 18 bestätigt, dass die meisten Probanden sich in ihrer Auswahl sicher waren. Die Probanden schätzten ihre Auswahl am häufigsten für die grün eingefärbten Ausgänge mit dem höchsten Bereich der Gewissheit, also als sehr gewiss, ein (49 %), gefolgt von den Farben Blau (40 %) und Weiß (38 %). Der Bereich der mittleren Gewissheit wurde, bis auf Ausgänge in der Farbe Grün, am häufigsten für alle anderen Farben ausgewählt. Die zugehörige Tabelle befindet sich im Anhang in B - 5.

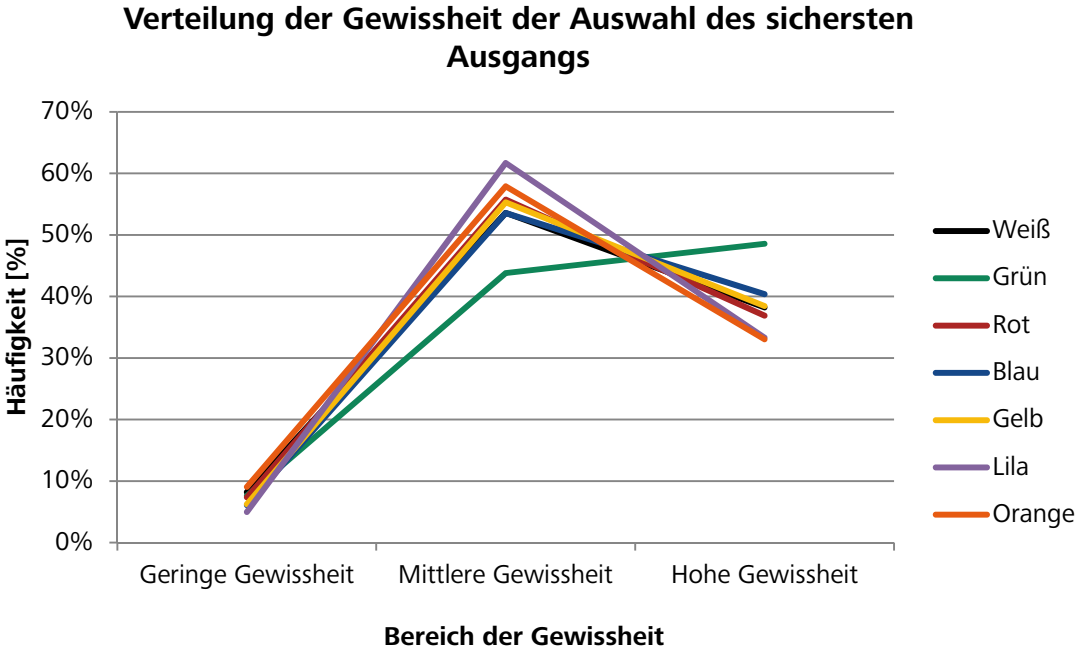


Abbildung 18: Verteilung der prozentualen Einschätzungen der Gewissheit bzgl. der gewählten Ausgänge in den Bereichen geringe, mittlere und hohe Gewissheit für die Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange.

10.5.2 Ergebnisse KA Forschungsfrage 2: Interpretation der Farben auf Kartenausschnitten in den Teilstichproben DE, KR, RU und US

Die Betrachtung der einzelnen Teilstichproben DE, KR, RU und US geben Aufschluss darüber, welche Farben zur Kennzeichnung von sicheren bzw. unsicheren Ausgängen auf Karten genutzt werden können und ob die Farben von den Probanden der Teilstichproben im Sinne der Ampelanalogie interpretiert wurden. Dafür wurden die betrachteten Farben für jede Teilstichprobe anhand folgender Forschungsfragen untersucht:

KA Forschungsfrage 2

Wie werden die verwendeten Farben auf schematischen Kartenausschnitten von einer Teilstichprobe interpretiert?

Zusätzlich wurden theoriegeleitet folgende Annahmen getroffen:

- Die Farben Rot, Orange, Gelb und Grün werden der Ampelanalogie entsprechend interpretiert.
- Die Farbe Blau wird als sicher interpretiert.
- Die Farbe Weiß wird als sicher interpretiert.
- Die Farbe Lila wird als nicht sicher interpretiert.

Im Folgenden werden die Ergebnisse für jede Teilstichprobe vorgestellt und diskutiert.

10.5.2.1 Ergebnisse KA Forschungsfrage 2: Interpretation der Farben auf Kartenausschnitten in der Teilstichprobe DE

In einem ersten Schritt wurden für jeden Kartenausschnitt die Häufigkeiten der von den Probanden der Teilstichprobe DE ausgewählten Farben in Abhängigkeit der Ausgänge A/1, E/2, I/3, O/4, U/5 und Z/6 berechnet. Tabelle 6 zeigt in der Übersicht die Verteilungen der Häufigkeiten. In einer explorativen Sichtung zeigte sich, dass die Verteilungen unterschiedlich ausfielen und offensichtlich sowohl die verwendeten Farben als auch die Position des Ausgangs eine Rolle gespielt hatten.

Tabelle 6

Verteilung der absoluten Häufigkeiten der ausgewählten eingefärbten Ausgänge getrennt nach Kartenausschnitten und Ausgängen für die Teilstichprobe DE

Karten-ausschnitt	Ausgang						Anzahl der Probanden DE
	A / 1	E / 2	I / 3	O / 4	U / 5	Z / 6	
1	7	2	10	7	18	3	47
2	6	3	7	8	20	3	47
3	5	0	21	4	15	2	47
4	6	1	18	5	15	2	47
5	3	6	5	13	18	2	47
6	6	5	7	12	12	5	47
7	14	14	16	1	1	1	47
8	1	4	35	3	4	0	47
9	8	24	11	0	1	3	47
10	10	9	24	2	1	1	47
11	9	18	11	4	2	3	47
12	8	11	17	6	3	2	47
13	4	16	23	1	1	2	47
Summe pro Ausgang	87	113	205	66	111	29	611

Anmerkung: Die Tabelle zeigt nur gültige Werte.

Für die Überprüfung der Ampelanalogie sollte eine vergleichende Betrachtung der Farben ermöglicht werden. Da die farbigen Ausgänge auf den Kartenausschnitten anhand der beiden Ausgangslagen gestaltet wurden und so die Farben auf den einzelnen Kartenausschnitten in Position und Anzahl variierten, wurde für den Vergleich eine Normierung vorgenommen. Die Normierung erfolgte analog der Normierung der Gesamtdaten und befindet sich in Abschnitt 10.4.3. Tabelle 7 zeigt die gebildeten normierten Werte für alle Farben der Teilstichprobe DE.

Tabelle 7

Absolute Häufigkeiten, Anzahl der Kartenausschnitte, auf denen die Farbe vorhanden war, normierte Werte anhand der Anzahl der Kartenausschnitte für die ausgewählten sichersten Ausgänge sowie Verteilungen der Farben in Bezug auf die ausgewählten Ausgänge für die Teilstichprobe DE

Farbe	Anzahl Auswahl	Anzahl der Karten-ausschnitte	Normierter Wert der Farbe	Ausgang					
				A/1	E/2	I/3	O/4	U/5	Z/6
Weiß	103	5	21 (44 %)	24	31	0	25	20	3
Grün	106	4	27 (56 %)	27	24	0	0	45	10
Rot	27	7	4 (8 %)	0	0	19	4	4	0
Blau	127	5	25 (54 %)	21	34	35	0	33	4
Gelb	64	5	13 (27 %)	1	3	40	12	4	4
Lila	117	7	17 (36 %)	14	14	73	10	5	1
Orange	67	6	11 (24 %)	0	7	38	15	0	7
Summe	611			87	113	205	66	111	29

Anmerkung: Die Tabelle zeigt nur gültige Werte.

Im Vergleich der Farben zeigte sich eine eindeutige Bestätigung der Ampelanalogie für die Farben Grün und Rot. Ausgänge in der Farbe Grün wurden in 56 % der Fälle als sicherster Ausgang ausgewählt, rot gekennzeichnete Ausgänge nur in 8 % der Fälle. Die Farben Orange (24 %) und Gelb (27 %) wurden in rund einem Viertel der Fälle mit dem sichersten Ausgang assoziiert und wurden deshalb als zwischen den Farben Rot und Grün liegend eingestuft. Auch die Farbe Blau wurde häufig mit dem sichersten Ausgang in Verbindung gebracht (54 %). Ausgänge in der Farbe Weiß wurden in 44 % der Fälle als sicherster Ausgang gewählt, lila eingefärbte Ausgänge in 36 % der Fälle.

Tabelle 7 zeigt die Spaltensummen der Häufigkeiten für die Auswahl eines bestimmten Ausgangs, so wurde etwa A/I insgesamt 87-mal gewählt. Diese Spaltensummen zeigen einen Einfluss der Position des Ausgangs bei der Auswahl durch die Probanden DE. So wurde am häufigsten der Ausgang I/3 (34 %) in der Mitte des Kartenausschnittes, gefolgt von den Ausgängen E/2 (18 %) und U/5 (18 %) ausgewählt. Die deutschen Probanden verfolgten offensichtlich zwei verschiedene Auswahlstrategien:

- Zum einen die Auswahl des Ausgangs anhand der Farbe: Diese Auswahlstrategie kann z. B. durch die Auswahl der Ausgänge E/2 (113; 18 %) und U/5 (111; 18 %) erklärt werden, da diese Ausgänge besonders häufig mit den Farben Grün, Blau und Weiß eingefärbt wurden und häufig als sicherster Ausgang ausgewählt wurden, z. B. auf Kartenausschnitt 2, 9 oder 11.

- Zum anderen die Auswahl des sichersten Ausgangs anhand der Position: Diese *Auswahlstrategie Position* bzw. der *Tendenz zur Mitte* erklärt die vergleichsweise hohen absoluten Häufigkeiten der Farben Rot, Orange, Gelb oder Lila bei Ausgang I/3. Ausgang I/3 wurde insgesamt am häufigsten (205; 34 %) ausgewählt, obwohl dieser Ausgang nie mit der Farbe Grün oder Weiß eingefärbt war. Insbesondere die Farbe Lila wurde bei Ausgang I/3 häufig ausgewählt. Als Beispiel kann dafür Kartenausschnitt 10 herangezogen werden, bei dem die Farbe Lila insgesamt 24-mal bei Ausgang I/3 ausgesucht wurde. Dies kann mit dem Ausdruck *Position schlägt Farbe* beschrieben werden.

Aufgrund der zwei gewählten Ausgangslagen waren die Ausgänge I/3 und O/4 nie grün eingefärbt. Einen Hinweis darauf, dass sich die beiden Auswahlstrategien summieren könnten, gab Kartenausschnitt 8, bei dem die Farbe Blau am allerhäufigsten (35-mal) ausgewählt wurde.

Die Probanden der Teilstichprobe DE schätzten zudem nach jedem Kartenausschnitt auf einer Skala von 1 = gar nicht sicher bis 10 = sehr sicher ein, wie sicher sie sich darin waren (Gewissheit), den sichersten Ausgang gewählt zu haben (*Wie sicher sind Sie sich, dass Sie den sichersten Ausgang genannt haben?*). Aufgrund dieser Angaben wurde untersucht, ob die Auswahl der Farbe des sichersten Ausgangs mit der Einschätzung der Gewissheit in Zusammenhang stand. Abbildung 19 bestätigt für alle Daten, dass die deutschen Probanden die Gewissheit in ihrer Auswahl der Ausgänge als hoch einstuften (*M* = 6.7, *SD* = 1.9; *Mdn* = 7).

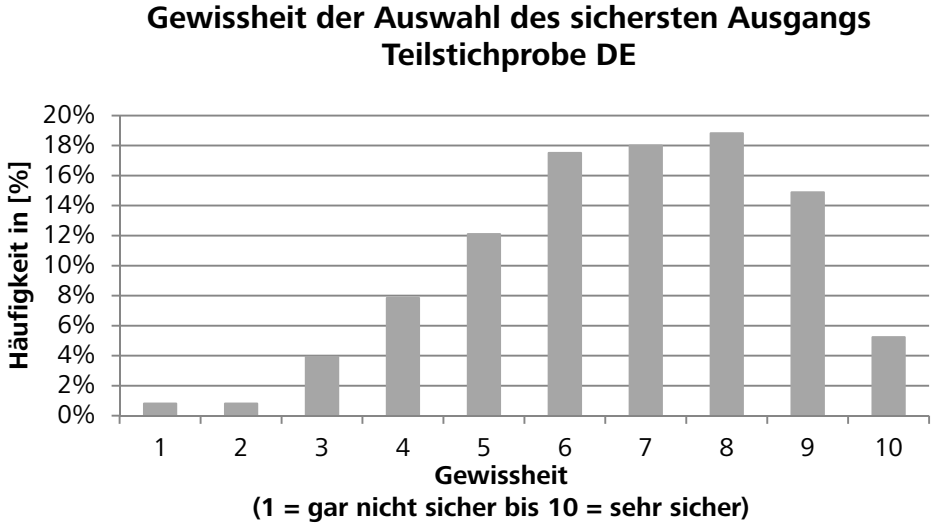


Abbildung 19. Verteilung der Einschätzung der Gewissheit, mit der der sichersten Ausgangs gewählt wurde für die Teilstichprobe DE.

In einem nächsten Schritt wurden für jede Farbe die Einschätzungen der Gewissheit, mit der ein Ausgang gewählt wurde, betrachtet. Dafür wurden die Einschätzungen der zehnstufigen Skala in drei Bereiche unterteilt: *Niedrige Gewissheit* für die Einschätzungen von 1 bis 3, *mittlere Gewissheit* für die Einschätzungen von 4 bis 7 und *hohe Gewissheit* für die Einschätzungen von 8 bis 10. Zwischen den Farben und den drei Bereiche bestand ein signifikanter Zusammenhang, da X^2_{DE} (12, N = 611) = 30.92, p = .002. Abbildung 20 bestätigt, dass die meisten Probanden sich in ihrer Auswahl sicher waren. Die Probanden schätzten ihre Auswahl am häufigsten für die grün eingefärbten Ausgänge mit dem höchsten Bereich der Gewissheit ein (57 %), gefolgt von den Farben Weiß (47 %) und Blau (41 %). Der Bereich der mittleren Gewissheit wurde, außer bei der Farbe Grün, am häufigsten für alle Farben ausgewählt. Die zugehörige Tabelle befindet sich im Anhang in Abschnitt B - 5.

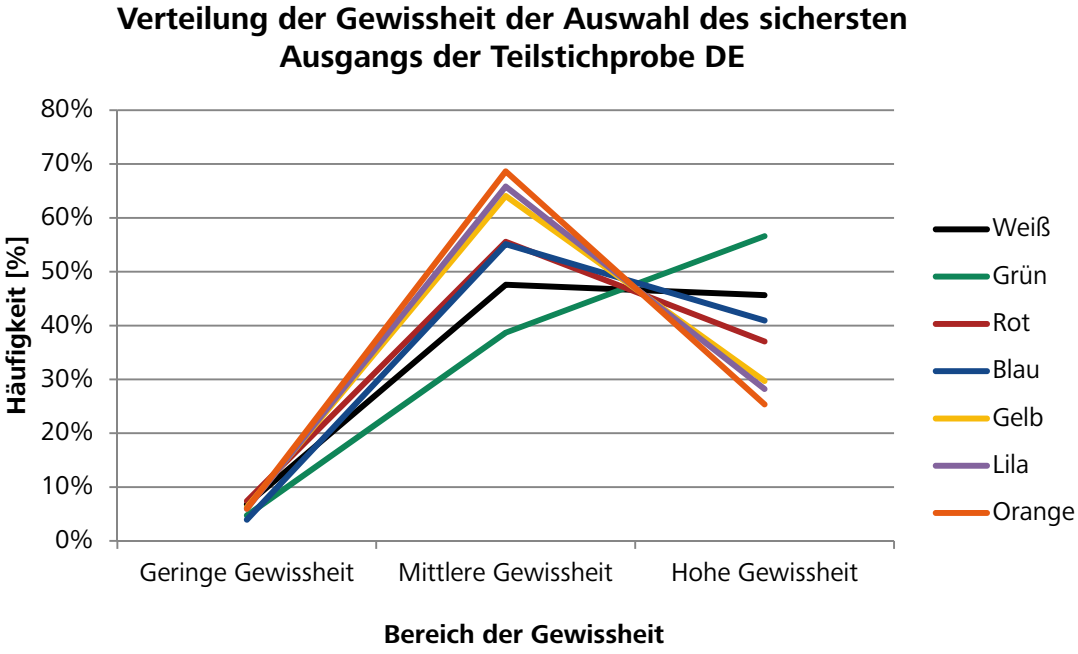


Abbildung 20. Verteilung der prozentualen Einschätzungen der Sicherheit der gewählten Ausgänge in den Bereichen geringe, mittlere und hohe Sicherheit für die Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange für die Teilstichprobe DE.

10.5.2.2 Ergebnisse KA Forschungsfrage 2: Interpretation der Farben auf Kartenausschnitten in der Teilstichproben KR

In einem ersten Schritt wurden für jeden Kartenausschnitt die Häufigkeiten der von den koreanischen Probanden ausgewählten Farben in Abhängigkeit der Ausgänge A/1, E/2, I/3, O/4, U/5 und Z/6 berechnet. Tabelle 8 zeigt in der Übersicht die Verteilungen der Häufigkeiten. In einer explorativen Sichtung zeigte sich, dass die Verteilungen unterschiedlich ausfie-

len und offensichtlich sowohl die verwendeten Farben als auch die Position des Ausgangs eine Rolle gespielt hatten.

Tabelle 8

Verteilung der absoluten Häufigkeiten der ausgewählten eingefärbten Ausgänge getrennt nach Kartenausschnitten und Ausgängen für die Teilstichprobe KR

Karten-aus-schnitt	Ausgang						Anzahl der Probanden KR
	A / 1	E / 2	I / 3	O / 4	U / 5	Z / 6	
1	5	4	9	4	4	14	40
2	10	6	11	5	3	5	40
3	8	3	8	4	5	12	40
4	11	5	8	3	4	9	40
5	6	5	13	8	2	6	40
6	5	3	14	6	4	8	40
7	10	8	12	1	0	9	40
8	7	4	13	3	5	8	40
9	14	3	12	1	3	7	40
10	10	10	0	1	11	8	40
11	13	1	10	1	5	9	39
12	11	3	12	2	2	10	40
13	13	3	13	3	3	5	40
Summe pro Ausgang	123	58	135	42	51	110	519

Anmerkung: Die Tabelle zeigt nur gültige Werte.

Für die Überprüfung der Ampelanalogie sollte eine vergleichende Betrachtung der Farben ermöglicht werden. Da die farbigen Ausgänge auf den Kartenausschnitten anhand der beiden Ausgangslagen gestaltet wurden und so die Farben auf den einzelnen Kartenausschnitten in Position und Anzahl variierten, wurde für den Vergleich eine Normierung vorgenommen. Die Normierung erfolgte analog der Normierung der Gesamtdaten und befindet sich in Abschnitt 10.4.3. Tabelle 9 zeigt die gebildeten normierten Werte für alle Farben der Teilstichprobe KR.

Tabelle 9

Absolute Häufigkeiten, Anzahl der Kartenausschnitte, auf denen die Farbe vorhanden war, normierte Werte anhand der Anzahl der Kartenausschnitte für die ausgewählten sichersten Ausgänge sowie Verteilungen der Farben in Bezug auf die ausgewählten Ausgänge für die Teilstichprobe KR

Farbe	Anzahl Auswahl	Anzahl der Kartenausschnitte	Normierter Wert der Farbe	Ausgang					
				A/1	E/2	I/3	O/4	U/5	Z/6
Weiß	64	5	13 (32 %)	31	11	0	14	3	5
Grün	81	4	20 (51 %)	35	3	0	0	12	31
Rot	61	7	9 (22 %)	0	0	38	6	17	0
Blau	82	5	16 (41 %)	40	4	13	0	7	18
Gelb	76	5	15 (38 %)	7	9	25	7	5	23
Lila	71	7	10 (25 %)	10	8	35	3	7	8
Orange	84	6	14 (35 %)	0	13	34	12	0	25
Summe	519			123	48	145	42	51	110

Anmerkung: Die Tabelle zeigt nur gültige Werte.

Im Vergleich der Farben zeigte sich eine Bestätigung der Ampelanalogie für die Farben Grün und Rot. Die Farbe Grün wurde in 51 % der Fälle als sicherster Ausgang ausgewählt, die Farbe Rot nur in 22 % der Fälle. Ausgänge in den Farben Orange (35 %) und Gelb (38 %) wurden, ebenso wie solche in Weiß (31 %), in rund einem Drittel der Fälle als sicherster Ausgang betrachtet und deswegen zwischen den Farben Rot und Grün liegend eingestuft. Auch die Farbe Blau wird häufig mit dem sichersten Ausgang assoziiert (41 %). Lila eingefärbte Ausgänge wurden in 25 % der Fälle als sicherster Ausgang gewählt und als nicht sicher betrachtet.

Tabelle 9 zeigt die Spaltensummen der Häufigkeiten für die Auswahl eines bestimmten Ausgangs, z. B. wurde A/1 insgesamt 123-mal gewählt. Diese Spaltensummen zeigen einen Einfluss der Position des Ausgangs bei der Auswahl durch die Probanden der Teilstichprobe KR. So wurde am häufigsten der Ausgang I/3 (28 %) in der Mitte des Kartenausschnittes, gefolgt von den Ausgängen A/1 (24 %) und Z/6 (21 %) ausgewählt. Die koreanischen Probanden verfolgten offensichtlich zwei verschiedene Auswahlstrategien:

- Zum einen die Auswahl des Ausgangs anhand der Farbe: Die Auswahlstrategie Farbe kann z. B. durch die Auswahl der Ausgänge A/1 (123; 24 %) und Z/6 (110; 21 %) erklärt werden, da diese Ausgänge besonders häufig mit den Farben Grün, Blau und Weiß eingefärbt wurden und häufig als sicherster Ausgang ausgewählt wurden, wie z. B. auf Kartenausschnitt 1, 2 oder 3.
- Zum anderen die Auswahl des sichersten Ausgangs anhand der Position:

Die koreanischen Probanden verfolgten diesbezüglich zwei Varianten. Die *Auswahlstrategie Position* bzw. der *Tendenz zur Mitte* erklärt die vergleichsweise hohen absoluten Häufigkeiten der Farben Rot, Orange, Gelb oder Lila bei Ausgang I/3. Ausgang I/3 wurde insgesamt am häufigsten (145; 18 %) ausgewählt, obwohl dieser Ausgang nie mit der Farbe Grün oder Weiß eingefärbt war. Die Farben Rot und Lila wurden häufig ausgewählt. Als Beispiel dafür können die Kartenausschnitte 6 und 10 herangezogen werden. Die *Auswahlstrategie Position* bzw. der *Tendenz nach außen* erklärt die geringen Häufigkeiten der dazwischenliegenden Ausgänge E/2, O/4 und U/5. Die Position der Ausgänge hat also eine größere Rolle als die Einfärbung der Ausgänge gespielt. Auch hier kann dies mit dem Ausdruck *Position schlägt Farbe* beschrieben werden.

Die Probanden der Teilstichprobe KR schätzten nach jedem Kartenausschnitt auf einer Skala von 1 = *gar nicht sicher* bis 10 = *sehr sicher* ein, wie sicher sie sich darin waren (Gewissheit), den sichersten Ausgang gewählt zu haben (*Wie sicher sind Sie sich, dass Sie den sichersten Ausgang genannt haben?*). Aufgrund dieser Angaben wurde untersucht, ob die Auswahl der Farbe des sichersten Ausgangs mit der Einschätzung der Gewissheit in Zusammenhang stand. Abbildung 21 bestätigt für alle Daten, dass die koreanischen Probanden die Gewissheit in ihrer Auswahl der Ausgänge als mittel einstuften (*M* = 6.6, *SD* = 1.9; *Mdn* = 7).

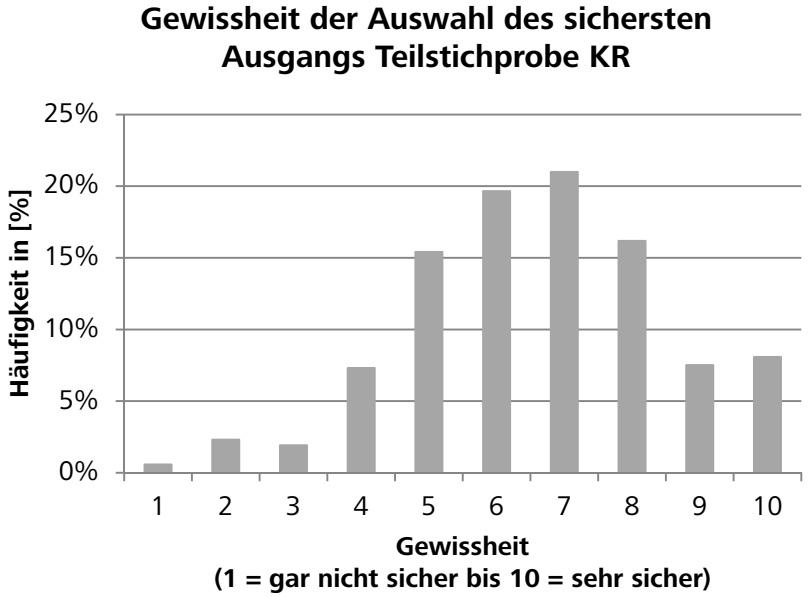


Abbildung 21. Verteilung der Einschätzung der Sicherheit in Bezug auf die Auswahl des sichersten Ausgangs für die Teilstichprobe KR.

In einem nächsten Schritt wurden die Einschätzungen der persönlichen Gewissheit, mit der ein Ausgang gewählt wurde, für jede Farbe betrachtet. Dafür wurden die Einschätzun-

gen der zehnstufigen Skala in drei Bereiche unterteilt: *Niedrige Gewissheit* für die Einschätzungen von 1 bis 3, *mittlere Gewissheit* für die Einschätzungen von 4 bis 7 und *hohe Gewissheit* für die Einschätzungen von 8 bis 10. Zwischen den Farben und den drei Bereichen bestand kein signifikanter Zusammenhang, da X^2_{KR} (12, N = 519) = 11.09, p = .522. Eine detaillierte Betrachtung der Einschätzungen zeigte diesbezüglich ein mehrdeutiges Bild und weist darauf hin, dass die meisten Probanden der Teilstichprobe KR die Gewissheit ihrer Auswahl als *mittel* einschätzten. Die Probanden schätzen ihre Auswahl am häufigsten für die gelb eingefärbten Ausgänge mit dem höchsten Bereich der Gewissheit ein (43 %), gefolgt von den Farben Grün (33 %) und Weiß (31 %). Abbildung 22 bestätigt, dass der Bereich der mittleren Gewissheit für alle Farben am häufigsten ausgewählt wurde. Die zugehörige Tabelle befindet sich im Anhang in Abschnitt B - 5.

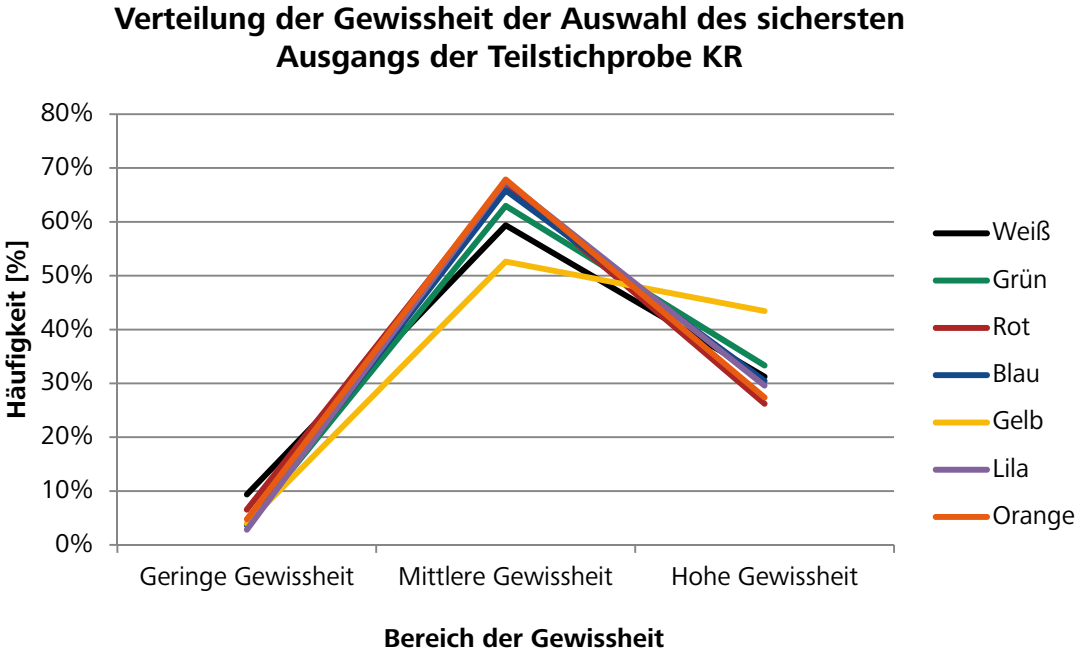


Abbildung 22. Verteilung der prozentualen Einschätzungen der Gewissheit bzgl. der gewählten Ausgänge in den Bereichen geringe, mittlere und hohe Gewissheit für die Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange für die Teilstichprobe KR.

10.5.2.3 Ergebnisse KA Forschungsfrage 2: Interpretation der Farben auf Kartenausschnitten in der Teilstichproben RU

In einem ersten Schritt wurden für jeden Kartenausschnitt die Häufigkeiten der von den Probanden der Teilstichprobe RU ausgewählten Farben in Abhängigkeit der Ausgänge A/1, E/2, I/3, O/4, U/5 und Z/6 berechnet. Tabelle 10 zeigt in der Übersicht die Verteilungen der Häufigkeiten. In einer explorativen Sichtung zeigte sich, dass die Verteilungen unterschied-

lich ausfielen und offensichtlich sowohl die verwendeten Farben als auch die Position des Ausgangs eine Rolle gespielt hatten.

Tabelle 10

Verteilung der absoluten Häufigkeiten der ausgewählten eingefärbten Ausgänge getrennt nach Kartenausschnitten und Ausgängen für die Teilstichprobe RU

Kartenausschnitt	Ausgang						Anzahl der Probanden RU
	A / 1	E / 2	I / 3	O / 4	U / 5	Z / 6	
1	6	6	11	6	6	5	40
2	4	6	10	3	13	4	40
3	7	6	11	4	6	6	40
4	9	5	7	7	7	5	40
5	5	5	10	8	8	4	40
6	5	6	10	7	5	7	40
7	8	6	10	3	7	6	40
8	5	6	18	2	2	7	40
9	8	8	11	5	2	5	39
10	5	13	9	3	6	4	40
11	7	11	10	4	4	4	40
12	5	10	11	5	3	6	40
13	5	10	11	5	3	6	40
Summe pro Ausgang	79	98	139	62	72	69	519

Anmerkung: Die Tabelle zeigt nur gültige Werte.

Für die Überprüfung der Ampelanalogie sollte eine vergleichende Betrachtung der Farben ermöglicht werden. Da die farbigen Ausgänge auf den Kartenausschnitten anhand der beiden Ausgangslagen gestaltet wurden und so die Farben auf den einzelnen Kartenausschnitten in Position und Anzahl variierten, wurde für den Vergleich eine Normierung vorgenommen. Die Normierung erfolgte analog der Normierung der Gesamtdaten und befindet sich in Abschnitt 10.4.3. Tabelle 11 zeigt die gebildeten normierten Werte für alle Farben der Teilstichprobe RU.

Tabelle 11

Absolute Häufigkeiten, Anzahl der Kartenausschnitte, auf denen die Farbe vorhanden war, normierte Werte anhand der Anzahl der Kartenausschnitte für die ausgewählten sichersten Ausgänge sowie Verteilungen der Farben in Bezug auf die ausgewählten Ausgänge für die Teilstichprobe RU

Farbe	Anzahl Auswahl	Anzahl der Karten-ausschnitte	Normierter Wert der Farbe	Ausgang					
				A/1	E/2	I/3	O/4	U/5	Z/6
Weiß	80	5	16 (40 %)	14	34	0	15	13	4
Grün	71	4	18 (45 %)	28	8	0	0	18	17
Rot	65	7	9 (23 %)	0	0	30	16	19	0
Blau	91	5	18 (46 %)	28	21	18	0	14	10
Gelb	67	5	13 (34 %)	5	11	18	13	2	18
Lila	72	7	10 (26 %)	8	6	38	9	7	4
Orange	73	6	12 (31 %)	0	18	31	9	0	15
Summe	519			79	98	135	62	73	68

Anmerkung: Die Tabelle zeigt nur gültige Werte.

Im Vergleich der Farben zeigte sich eine Bestätigung der Ampelanalogie für die Farben Grün und Rot. Ausgänge in der Farbe Grün wurden in 45 % der Fälle als sicherster Ausgang ausgewählt; rot eingefärbte nur in 23 % der Fälle. Die Farben Orange (31 %) und Gelb (34 %) wurden in rund einem Drittel der Fälle ausgewählt. Die Farbe Lila (26 %) wurden in einem Viertel der Fälle mit dem sichersten Ausgang assoziiert. Auch blau eingefärbte Ausgänge wurden im Vergleich am häufigsten als sicherster Ausgang gewählt (46 %). Die Farbe Weiß wurde in 40 % der Fälle mit dem sichersten Ausgang in Verbindung gebracht.

Tabelle 11 zeigt die Spaltensummen der Häufigkeiten für die Auswahl eines bestimmten Ausgangs, z. B. wurde A/1 insgesamt 83-mal gewählt. Diese Spaltensummen zeigen einen Einfluss der Position des Ausgangs bei der Auswahl durch die russischen Probanden. So wurde am häufigsten der Ausgang I/3 (27 %) in der Mitte des Kartenausschnittes, gefolgt von den Ausgängen E/2 (19 %) und A/1 (15 %) ausgewählt. Die Probanden der Teilstichprobe RU verfolgten offensichtlich zwei verschiedene Auswahlstrategien:

- Zum einen die Auswahl des Ausgangs anhand der Farbe: Diese *Auswahlstrategie Farbe* kann z. B. durch die Auswahl der Ausgänge E/2 (98; 19 %) und A/1 (79; 15 %) erklärt werden, da diese Ausgänge besonders häufig mit den Farben Grün, Blau und Weiß eingefärbt wurden und häufig als sicherster Ausgang ausgewählt wurden, z. B. auf Kartenausschnitt 3, 4, 9, oder 10.
- Zum anderen die Auswahl des sichersten Ausgangs anhand der Position: Diese *Auswahlstrategie Position* bzw. der *Tendenz zur Mitte* erklärt die vergleichsweise hohen

absoluten Häufigkeiten der Farben Rot, Orange, Gelb oder Lila bei Ausgang I/3. Ausgang I/3 wurde insgesamt am häufigsten (135; 27 %) ausgewählt, obwohl dieser Ausgang nie mit der Farbe Grün oder Weiß eingefärbt war. Insbesondere die Farbe Lila wurde häufig ausgewählt. Als Beispiel kann dafür Kartenausschnitt 3 herangezogen werden, bei dem die Farbe Lila insgesamt 11-mal bei Ausgang I/3 ausgesucht wurde. Dies kann mit dem Ausdruck *Position schlägt Farbe* beschrieben werden.

Aufgrund der zwei gewählten Ausgangslagen waren die Ausgänge I/3 und O/4 nie grün eingefärbt. Einen Hinweis darauf, dass sich die beiden Auswahlstrategien summieren könnten, zeigte sich bei Kartenausschnitt 8, bei dem die Farbe Blau am allerhäufigsten (18-mal) ausgewählt wurde.

Die Probanden der Teilstichprobe RU schätzten nach jedem Kartenausschnitt auf einer Skala von 1 = *gar nicht sicher* bis 10 = *sehr sicher* ein, wie sicher sie sich darin waren (Gewissheit), den sichersten Ausgang gewählt zu haben (*Wie sicher sind Sie sich, dass Sie den sichersten Ausgang genannt haben?*). Aufgrund dieser Angaben wurde untersucht, ob die Auswahl der Farbe des sichersten Ausgangs mit der Einschätzung der Gewissheit in Zusammenhang stand. Abbildung 23 bestätigt für alle Daten, dass die russischen Probanden die Gewissheit in ihrer Auswahl der Ausgänge als hoch einstuften (M = 7.25, SD = 1.95; Mdn = 7).

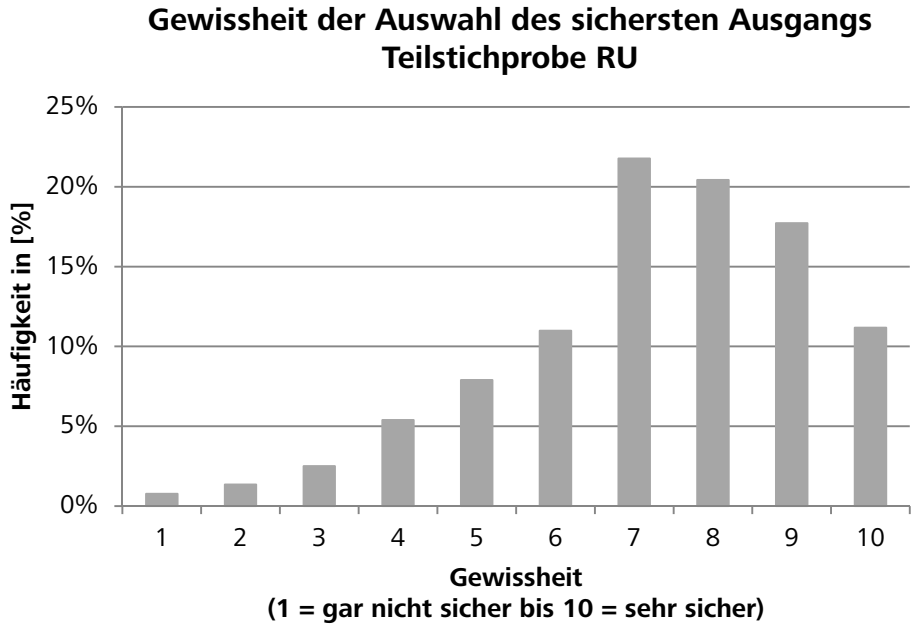


Abbildung 23. Verteilung der Einschätzung der Gewissheit in Bezug auf die Auswahl des sichersten Ausgangs für die Teilstichprobe RU.

In einem nächsten Schritt wurden die Einschätzungen der Gewissheit, mit der ein Ausgang gewählt wurde, für jede Farbe betrachtet. Dafür wurden die Einschätzungen der zehn-

stufigen Skala in drei Bereiche unterteilt: *Niedrige Gewissheit* für die Einschätzungen von 1 bis 3, *mittlere Gewissheit* für die Einschätzungen von 4 bis 7 und *hohe Gewissheit* für die Einschätzungen von 8 bis 10. Zwischen den Farben und den drei Bereichen bestand kein signifikanter Zusammenhang, da X^2_{RU} (12, N = 519) = 16.17, p = .183. Abbildung 24 bestätigt, dass die meisten Probanden sich in ihrer Auswahl sicher waren. Die Probanden schätzen ihre Auswahl am häufigsten für die grün eingefärbten Ausgänge mit dem höchsten Bereich der Gewissheit ein (61 %), gefolgt von den Farben Gelb (57 %) und Lila (51 %) und sogar Rot (48 %). Die Farben Weiß (58 %), Blau (49 %) und Orange (47 %) wurden am häufigsten mit einer mittleren Gewissheit eingeschätzt. Die zugehörige Tabelle befindet sich im Anhang in Abschnitt B - 5.

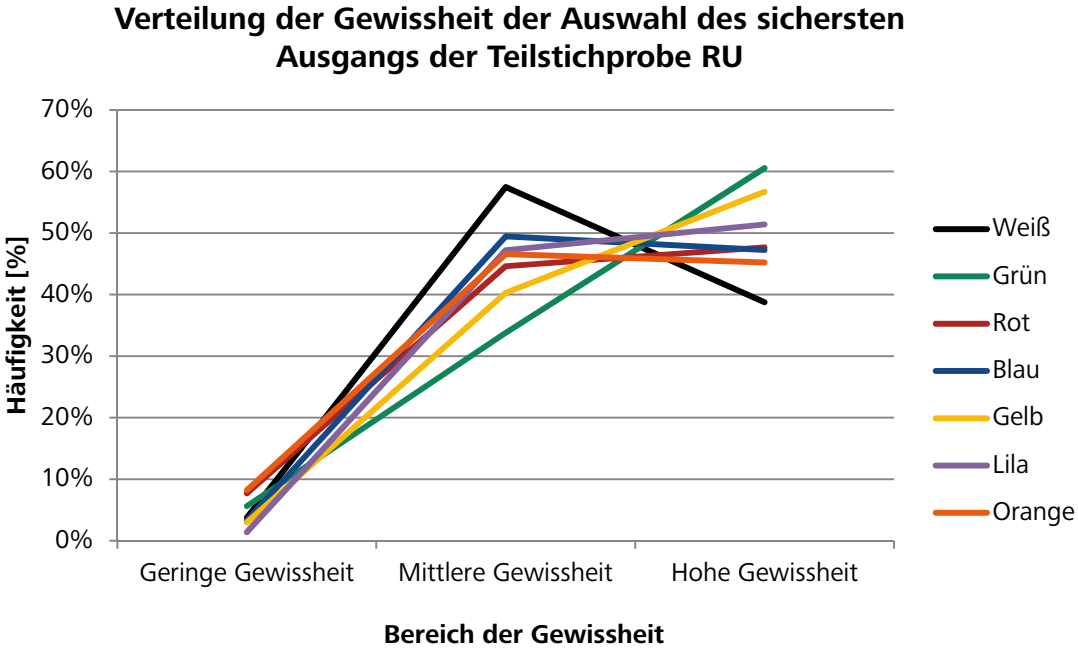


Abbildung 24. Verteilung der prozentualen Einschätzungen der Gewissheit der gewählten Ausgänge in den Bereichen geringe, mittlere und hohe Gewissheit für die Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange für die Teilstichprobe RU.

10.5.2.4 Ergebnisse KA Forschungsfrage 2: Interpretation der Farben auf Kartenausschnitten in der Teilstichproben US

In einem ersten Schritt wurden für jeden Kartenausschnitt die Häufigkeiten der von den Probanden der Teilstichprobe US ausgewählten Farben in Abhängigkeit der Ausgänge A/1, E/2, I/3, O/4, U/5 und Z/6 berechnet. Tabelle 12 zeigt in der Übersicht die Verteilungen der Häufigkeiten. In einer explorativen Sichtung zeigte sich, dass die Verteilungen unterschiedlich ausfielen und offensichtlich sowohl die verwendeten Farben als auch die Position des Ausgangs eine Rolle gespielt hatten.

Tabelle 12

Verteilung der absoluten Häufigkeiten der ausgewählten eingefärbten Ausgänge getrennt nach Kartenausschnitten und Ausgängen für die Teilstichprobe US

Kartenausschnitt	Ausgang						Anzahl der Probanden DE
	A / 1	E / 2	I / 3	O / 4	U / 5	Z / 6	
1	14	9	17	9	13	14	76
2	12	12	16	9	14	13	76
3	16	12	19	10	9	10	76
4	18	9	17	10	10	11	75
5	13	14	14	9	14	12	76
6	11	12	16	8	15	14	76
7	20	19	16	4	8	9	76
8	12	9	39	2	7	6	75
9	25	17	13	7	5	7	74
10	18	16	17	5	4	16	76
11	21	17	12	4	15	7	76
12	16	11	18	10	9	12	76
13	24	18	12	4	8	10	76
Summe pro Ausgang	220	175	226	91	131	141	984

Anmerkung: Die Tabelle zeigt nur gültige Werte.

Für die Überprüfung der Ampelanalogie sollte eine vergleichende Betrachtung der Farben ermöglicht werden. Da die farbigen Ausgänge auf den Kartenausschnitten anhand der beiden Ausgangslagen gestaltet wurden und so die Farben auf den einzelnen Kartenausschnitten in Position und Anzahl variierten, wurde für den Vergleich eine Normierung vorgenommen. Die Normierung erfolgte analog der Normierung der Gesamtdaten und befindet sich in Abschnitt 10.4.3. Tabelle 13 zeigt die gebildeten normierten Werte für alle Farben der Teilstichprobe US.

Tabelle 13

Absolute Häufigkeiten, Anzahl der Kartenausschnitte, auf denen die Farbe vorhanden war, normierte Werte anhand der Anzahl der Kartenausschnitte für die ausgewählten sichersten Ausgänge sowie Verteilungen der Farben in Bezug auf die ausgewählten Ausgänge für die Teilstichprobe US

Farbe	Anzahl Auswahl	Anzahl der Karten-ausschnitte	Normierter Wert der Farbe	Ausgang					
				A/1	E/2	I/3	O/4	U/5	Z/6
Weiß	143	5	29 (38 %)	46	53	0	17	14	13
Grün	162	4	41 (54 %)	68	17	0	0	38	39
Rot	91	7	13 (17 %)	0	0	46	20	25	0
Blau	193	5	39 (51 %)	74	35	39	0	23	22
Gelb	114	5	23 (30 %)	12	18	30	19	7	28
Lila	163	7	23 (31 %)	20	19	70	14	24	16
Orange	118	6	20 (26 %)	0	33	41	21	0	23
Summe	984			220	175	226	91	131	141

Anmerkung: Die Tabelle zeigt nur gültige Werte.

Im Vergleich der Farben zeigte sich eine Bestätigung der Ampelanalogie für die Farben Grün und Rot. Ausgänge in der Farbe Grün wurden in 54 % der Fälle als sicherster Ausgang ausgewählt; rot eingefärbte nur in 17 % der Fälle. Die Farbe Orange (26 %) wurde in einem Viertel der Fälle ausgewählt. Die Farben Gelb (30 %) und Lila (31 %) wurden in rund einem Drittel der Fälle mit dem sichersten Ausgang assoziiert. Auch die Farbe Blau wurde häufig mit dem sichersten Ausgang in Verbindung gebracht (51 %). Weiß eingefärbte Ausgänge wurden in 38 % der Fälle als sicherster Ausgang gewählt.

Tabelle 13 zeigt die Spaltensummen der Häufigkeiten für die Auswahl eines bestimmten Ausgangs, z. B. wurde A/1 insgesamt 220-mal gewählt. Diese Spaltensummen zeigen einen Einfluss der Position des Ausgangs bei der Auswahl durch die US-amerikanischen Probanden. So wurde am häufigsten der Ausgang I/3 (23 %) in der Mitte des Kartenausschnittes, gefolgt von dem linken Ausgang A/1 (22 %) ausgewählt. Die Probanden der Teilstichprobe US verfolgten offensichtlich zwei verschiedene Auswahlstrategien:

- Zum einen die Auswahl des Ausgangs anhand der Farbe: Die *Auswahlstrategie Farbe* kann z. B. durch die Auswahl der Ausgänge A/1 (220; 22 %) und E/2 (175; 18 %) erklärt werden, da diese Ausgänge besonders häufig mit den Farben Grün, Blau und Weiß eingefärbt wurden und häufig als sicherster Ausgang ausgewählt wurden, z. B. auf Kartenausschnitt 4, 9, 10 oder 13.
- Zum anderen die Auswahl des sichersten Ausgangs anhand der Position: Die US-amerikanischen Probanden verfolgten diesbezüglich zwei Varianten. *Auswahlstrategie*

Position bzw. der *Tendenz zur Mitte* erklärt die vergleichsweise hohen absoluten Häufigkeiten der Farben Rot, Orange, Gelb oder Lila bei Ausgang I/3. Ausgang I/3 wurde insgesamt am häufigsten (226; 23 %) ausgewählt, obwohl dieser Ausgang nie mit der Farbe Grün oder Weiß eingefärbt war. Insbesondere die Farbe Lila wurde häufig ausgewählt. Als Beispiel kann dafür Kartenausschnitt 3 herangezogen werden, bei dem die Farbe Lila insgesamt 19-mal bei Ausgang I/3 ausgesucht wurde. *Auswahlstrategie Position* bzw. der *Tendenz nach links-außen* erklärt, zusätzlich zur Auswahlstrategie Farbe, die geringen Häufigkeiten der linken Ausgänge O/4 und U/5. Die Position der Ausgänge spielte dabei offensichtlich eine größere Rolle als die Einfärbung der Ausgänge.

Aufgrund der zwei gewählten Ausgangslagen waren die Ausgänge I/3 und O/4 nie grün eingefärbt. Einen Hinweis darauf, dass sich die Auswahlstrategien summieren könnten, gab Kartenausschnitt 8, bei dem die Farbe Blau am allerhäufigsten (39-mal) ausgewählt wurde. Dennoch wurde die Farbe Blau auch bei den Ausgängen A/1 sowie E/2 häufig ausgewählt, ebenso wie die Farben Weiß und Grün.

Die US-amerikanischen Probanden schätzten nach jedem Kartenausschnitt auf einer Skala von 1 = gar nicht sicher bis 10 = sehr sicher ein, wie sicher sie sich darin waren (Gewissheit), den sichersten Ausgang gewählt zu haben (*Wie sicher sind Sie sich, dass Sie den sichersten Ausgang genannt haben?*). Aufgrund dieser Angaben wurde untersucht, ob die Auswahl der Farbe des sichersten Ausgangs mit der Einschätzung der Gewissheit in Zusammenhang stand. Abbildung 25 bestätigt für alle Daten, dass die Probanden der Teilstichprobe US die Gewissheit in ihrer Auswahl der Ausgänge als hoch einstuften (M = 6.5, SD = 2.2; Mdn = 7).

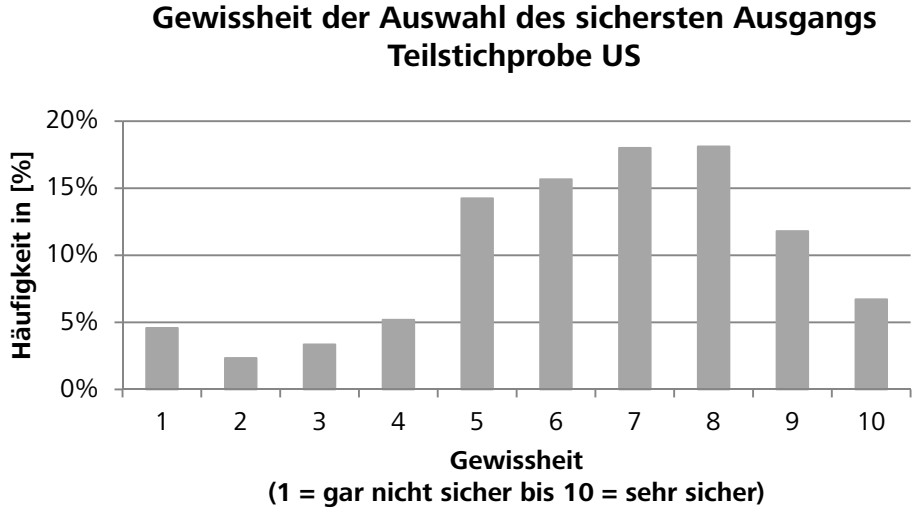


Abbildung 25. Verteilung der Einschätzung der Gewissheit in Bezug auf die Auswahl des sichersten Ausgangs für die Teilstichprobe US.

In einem nächsten Schritt wurden die Einschätzungen der persönlichen Gewissheit, mit der ein Ausgang gewählt wurde, für jede Farbe betrachtet. Dafür wurden die Einschätzungen der zehnstufigen Skala in drei Bereiche unterteilt: *Niedrige Gewissheit* für die Einschätzungen von 1 bis 3, *mittlere Gewissheit* für die Einschätzungen von 4 bis 7 und *hohe Gewissheit* für die Einschätzungen von 8 bis 10. Zwischen den Farben und den drei Bereichen bestand ein signifikanter Zusammenhang, da X^2_{US} (12, N = 983) = 22.16, p = .036. Abbildung 26 bestätigt, dass die meisten Probanden sich in ihrer Auswahl sicher waren. Die Probanden schätzen ihre Auswahl am häufigsten für die grün eingefärbten Ausgänge mit dem höchsten Bereich der Gewissheit ein (46 %), gefolgt von der Farbe Blau (46 %). Der Bereich der mittleren Gewissheit wurde, außer bei der Farbe Grün, am häufigsten für alle Farben ausgewählt. Die zugehörige Tabelle befindet sich im Anhang in Abschnitt B - 5.

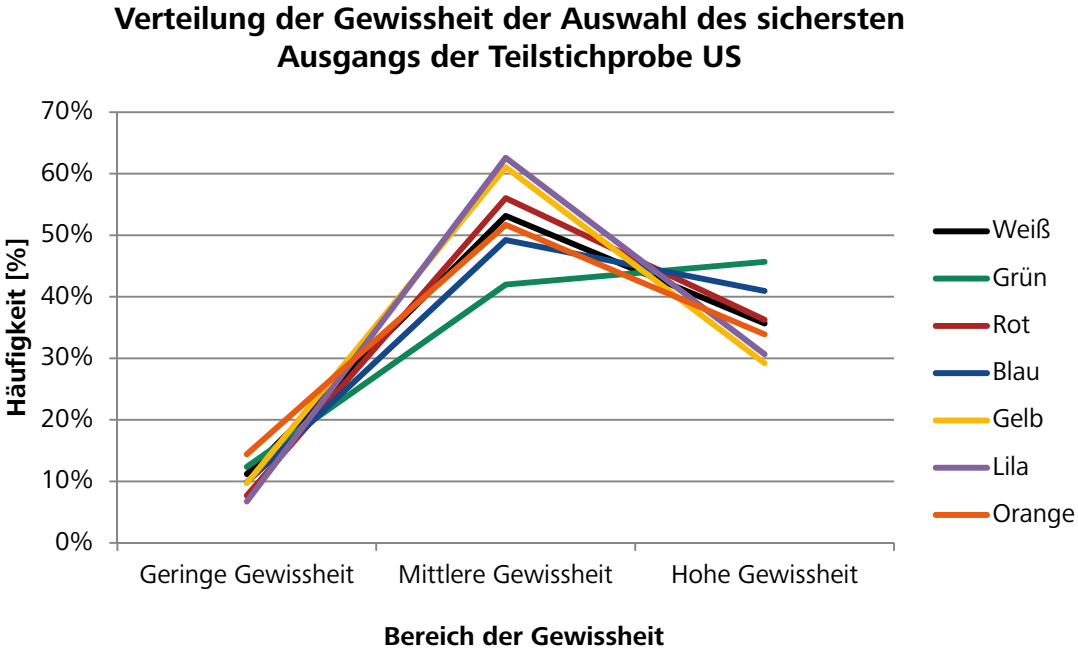


Abbildung 26. Verteilung der prozentualen Einschätzungen der Gewissheit der gewählten Ausgänge in den Bereichen geringe, mittlere und hohe Gewissheit für die Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange für die Teilstichprobe US.

10.5.3 Ergebnisse KA Forschungsfrage 3: Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Teilstichproben DE, KR, RU und US bei der Auswahl der sichersten Ausgänge

Um Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den einzelnen Teilstichproben zu untersuchen, wurde vor allem ein Vergleich der Ergebnisse aus KA Forschungsfrage 2 vorgenommen. Dafür wurden die vorliegenden Ergebnisse anhand der folgenden Forschungsfrage untersucht:

KA Forschungsfrage 3

Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede zeigen sich zwischen den Teilstichproben DE, KR, RU und US bei der Auswahl der sichersten Ausgänge auf den Kartenausschnitten anhand der verwendeten Farben?

Für die Überprüfung der Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Teilstichproben sollte eine vergleichende Betrachtung der Farben ermöglicht werden. Dafür wurden die normierten Werte aus Forschungsfrage 2 verwendet. Die Tabellen 7, 9, 11 und 13 zeigen jeweils die gebildeten normierten Werte für die Farben Grün, Gelb, Orange und Rot getrennt nach den Teilstichproben DE, KR, RU und US. Eine vergleichende Betrachtung der Ergebnisse der Teilstichproben in Bezug auf das *Schema Urgency Mapping* befindet sich im Abschnitt zu den Ergebnissen der Methodentriangulation (13.1).

Abbildung 27 zeigt die normierten Werte im Vergleich. Aus den Linien geht eine sehr ähnliche Tendenz der Kurven hervor. Die Ergebnisse in der Teilstichprobe RU fielen am wenigsten deutlich aus. Die Farbe Grün wird in den Teilstichproben DE und US etwas deutlicher als passende Farbe für den sichersten Ausgangs betrachtet. Bei der Betrachtung dieser vier Farben kann die Ampelanalogie über alle Teilstichproben hinweg als bestätigt betrachtet werden. Dennoch war in allen Teilstichproben die Abstufung der Farben Gelb und Orange nicht eindeutig, sodass nur eine der beiden Farben zur Kennzeichnung verwendet werden sollte.

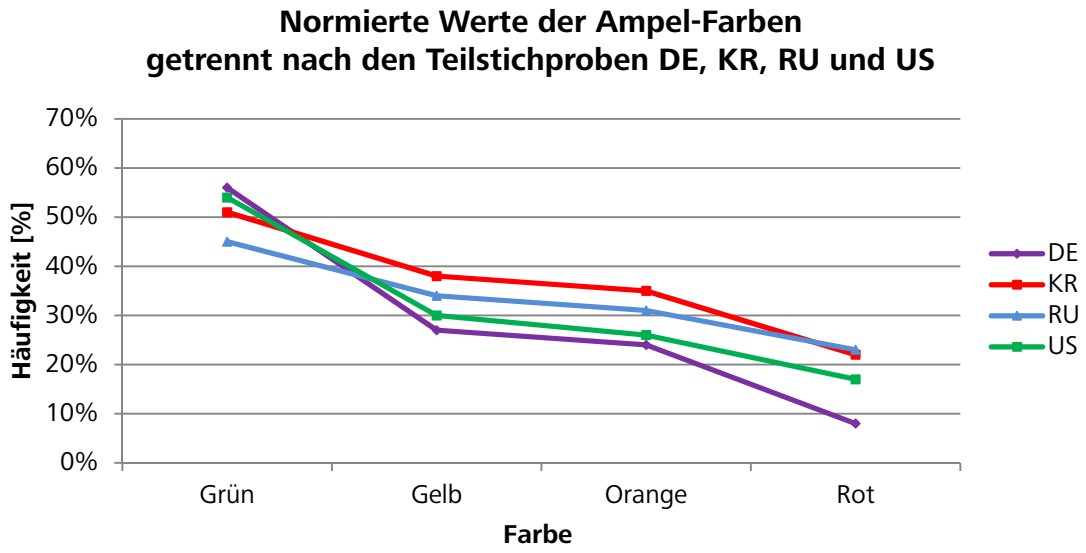


Abbildung 27. Vergleich der normierten Werte der Farben Grün, Gelb, Orange und Rot für die Teilstichproben DE, KR, RU und US.

In den Ergebnissen der KA Forschungsfrage 2 zeigte sich, dass die Farben Blau, Weiß und Lila eine wichtige Rolle bei der Auswahl des sichersten Ausgangs gespielt hatten. Aus diesem Grund wurden die normierten Werte dieser Farben verglichen. Abbildung 28 zeigt die normierten Werte im Vergleich. Aus den Linien geht eine sehr ähnliche Tendenz der Kurven hervor. Nur die Farbe Weiß wird in der Teilstichprobe RU etwas häufiger als Farbe für den sichersten Ausgang betrachtet.

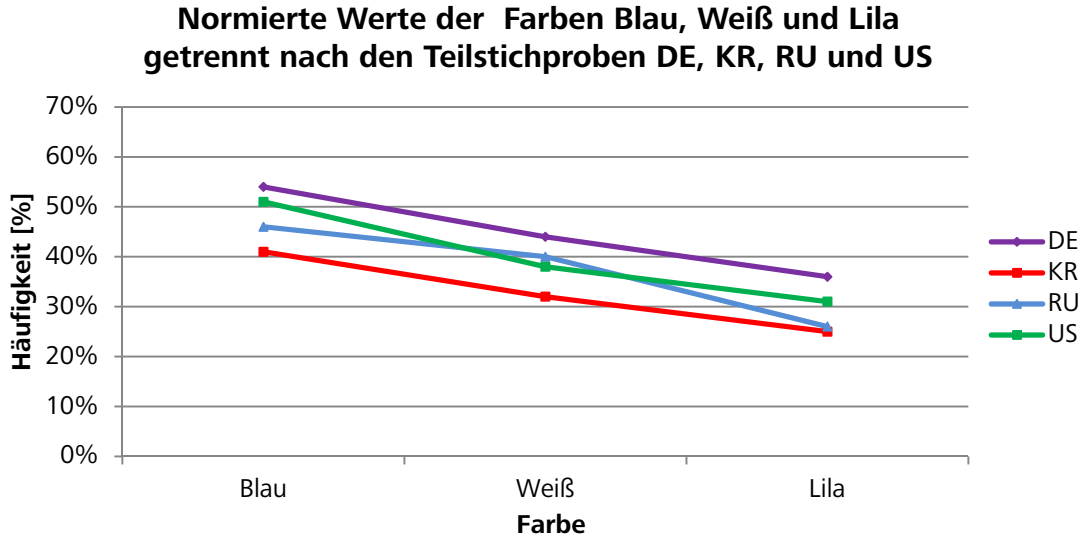


Abbildung 28. Vergleich der normierten Werte der Farben Blau, Weiß und Lila für die Teilstichproben DE, KR, RU und US.

Ausgänge in der Farbe Weiß wurden mittelhäufig als sicherster Ausgang ausgewählt. Die Farbe Lila kann zwischen den Teilstichproben als Farbe mit der größten Ambiguität aufgefasst werden: In den Teilstichproben DE und US wurde sie eher mittelhäufig mit dem sichersten Ausgang assoziiert, in den Teilstichproben KR und RU wurde Lila ähnlich selten wie die Farbe Rot mit dem sichersten Ausgang in Verbindung gebracht. Die Farbe Blau konkurrierte mit der Farbe Grün um die Auswahl als sicherste Farbe, auch wenn beide Farben auf keinem Kartenausschnitt gemeinsam vertreten waren. Eine Besonderheit hinsichtlich der Farbe Blau zeigte sich in Bezug auf die Auswahlstrategien. Tabelle 14 zeigt die genutzten Auswertungsstrategien *Farbe* sowie die Auswahlstrategie *Position* bzw. genauer gesagt *Tendenz zur Mitte* und *Tendenz nach außen*. Es zeigte sich, dass alle Teilstichproben die *Auswahlstrategie Farbe* und *Tendenz zur Mitte* zur Auswahl des sichersten Ausgangs nutzten. Die Teilstichproben KR und US orientierten sich zusätzlich mit einer Tendenz nach außen an die am Rand der Kartenausschnitte liegenden Ausgänge. In den Teilstichproben DE, KR und RU schien die Auswahlstrategie Position eine größere Rolle gespielt zu haben; zusammengefasst wurde dies mit dem Ausdruck *Position schlägt Farbe*. In den Teilstichproben DE, RU und US summierten sich die Auswahlstrategien. Dies zeigte sich bei Kartenausschnitt 8, bei dem die Farbe Blau besonders häufig ausgewählt wurde.

Tabelle 14

Übersicht über die angewendeten Auswahlstrategien der Teilstichproben DE, KR, RU und US (zutreffende Auswahlstrategien)

Teilstichprobe	Auswahlstrategie		
	Farbe	**Tendenz zur Mitte**	**Tendenz nach außen**
DE	x	x	-
KR	x	x	x
RU	x	x	-
US	x	x	x

Die Gewissheit, mit der die sichersten Ausgänge ausgewählt wurden, wurde zwischen den Teilstichproben DE, KR, RU und US anhand von Boxplots verglichen. Tukey (1977) beschreibt Boxplots als nützliche Visualisierung in der Exploratory Data Analysis. Boxplots bieten demnach die Möglichkeit, in aggregierter Form unerwartete Muster und Trends in Verteilungen aufzudecken und ermöglichen den Vergleich der Verteilungen verschiedener Gruppen (Bakker, Biehler & Konold, 2005). Zur Auswertung wurde die *Center and Spread Perspective* nach Biehler (1997) herangezogen. Dabei werden zunächst die *Centers* bzw. Mediane der Verteilungen (dicker schwarzer Balken in den Abbildungen basierend auf der

Kategorie Gewissheit) verglichen, dann werden die *Spreads* bzw. Spannweite oder *Ranges* (in der Abbildung: Größe der farbig umrandeten Boxen) und die Besonderheiten der Verteilungen diskutiert.

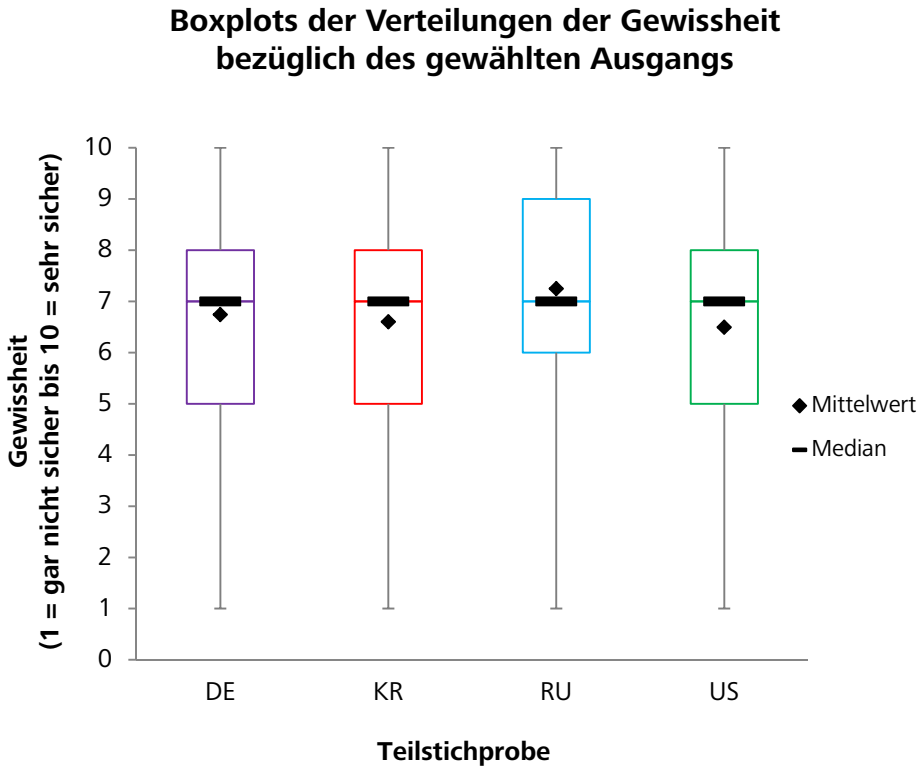


Abbildung 29. Boxplots der Gewissheit, mit der die sichersten Ausgänge ausgewählt wurden, für die Teilstichproben DE, KR, RU und US.

- Betrachtung der Mediane:

  Alle Mediane lagen bei dem Wert 7. Die Probanden aller Teilstichproben waren sich demnach in ihrer Auswahl der sichersten Ausgänge sicher, und die Gefahr, dass sie lediglich geschätzt hatten, konnte ausgeschlossen werden.

- Betrachtung der Spannweite der Boxplots:

  In den Teilstichproben DE, KR und US sehen die Verteilungen gleich aus, nur die Werte der Mittelwerte unterschieden sich geringfügig. Insgesamt waren sich die Probanden RU am sichersten in ihrer Auswahl, und es ergab sich dort auch der höchste Mittelwert von $M = 7.25$. Zusätzlich lag in der Teilstichprobe RU eine rechtsschiefe Verteilung vor.

10.6 Diskussion Kartenausschnitte

10.6.1 Diskussion KA Forschungsfrage 1: Untersuchung der Ampelanalogie auf Kartenausschnitten

Die Ampelanalogie kann durch die Auswertung von KA Forschungsfrage 1 für die Farben Grün und Rot eindeutig bestätigt werden. Die Farbe Grün wird am häufigsten mit dem sichersten Ausgang assoziiert und sollte daher zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden. Die Farbe Rot wurde in den wenigsten Fällen ausgewählt und sollte nur für die Kennzeichnung von bereits gefährlichen Ausgängen und Bereichen auf Karten verwendet werden. Diese Ergebnisse entsprechen den Erkenntnissen aus der Farbanwendung und Farb- bzw. Warnungsforschung (z. B. in Braun & Silver, 1995; Frieling, 1984; ISO, 2015).

Die Ampelanalogie kann für die Farben Orange und Gelb bestätigt werden. Die Häufigkeiten der Auswahl dieser beiden Farben lagen zwischen den Farben Grün und Rot, sodass die Farben Orange und Gelb als mittlerer Gefährdungsbereich zwischen diesen beiden Farben aufgefasst werden können. Dennoch kann nicht eindeutig geklärt werden, ob die beiden Farben eine Abstufung von Gefahr bzw. Sicherheit auf Kartenausschnitten darstellen, auch wenn die Farbe Gelb etwas häufiger als die Farbe Orange als sicherster Ausgang betrachtet wurde. Eine Erklärung für die ähnliche Einstufung der beiden Farben könnte eine unzureichende Unterscheidbarkeit aufgrund des nicht ausreichenden Farbe-an-sich-Kontrasts (vgl. Abschnitt 3.2.3) darstellen. Die nicht eindeutige Unterscheidbarkeit der Farben Gelb und Orange diskutieren z. B. Leonard (1999) sowie Smith-Jackson und Wogalter (2000) näher. Wegen des fehlenden Nachweises der Abstufung und unter Einbeziehung der besseren Unterscheidbarkeit durch den Farbe-an-sich-Kontrast sollte nur eine der beiden Farben genutzt werden, um einen mittleren Gefährdungsbereich auf Kartenausschnitten abzubilden.

Die Farbe Blau wurde unerwartet häufig als sicherster Ausgang ausgewählt. Dennoch wird sie seltener als die Farbe Grün mit dem sichersten Ausgang assoziiert. Die hohen Werte der Farbe Blau geben einen Hinweis darauf, dass diese Farbe ebenso zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden kann. Die Probanden verbinden mit der Farbe Blau ein mentales Modell von *Erlaubnis* und *Sicherheit*. Aufgrund der beiden Ausgangslagen konkurrierten die Farben Grün und Blau auf keinem der Kartenausschnitte direkt um die Auswahl des sichersten Ausgangs. Weitere Untersuchungen von Kartenausschnitten, auf denen Ausgänge in den Farben Grün und Blau vorhanden sind, sollten daher weitere Rückschlüsse auf die Nutzung dieser Farben zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen geben. Grundsätzlich sollte die Farbe Grün anstatt der Farbe Blau zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen

genutzt werden. Eine Abstufung von Sicherheit durch Blau und Grün erscheint aus auf die Praxis bezogen Sicht nicht sinnvoll.

Ausgänge in der Farbe Weiß wurden häufiger als die Farben Gelb, Orange, Rot und Lila, jedoch seltener als die Farben Grün und Blau als sicherster Ausgang ausgewählt. Ob Weiß als Farbe mit einer mittleren Sicherheit bzw. mit einem *neutralen* Ausgang, über den keine Aussagen über Gefährdungen vorhanden sind, assoziiert wird, kann aufgrund der Kartenausschnitte nicht erklärt werden. Dennoch scheint die Farbsymbolik Sicherheit und Neutralität der Farbe Weiß eine Rolle zu spielen. Die Farbe Weiß wird nicht zur Kennzeichnung von Gefährdungen empfohlen. Zur Kennzeichnung von sicheren Bereichen sollte die Farbe Grün der Farbe Weiß vorgezogen werden. Die Farbe Weiß könnte im Sinne von *keine Information vorhanden* genutzt werden. Dies müsste den Nutzern jedoch explizit, z. B. durch eine Legende, vermittelt werden.

Bei der Farbe Lila zeigten sich ähnlich hohe Werte wie bei den Farben Gelb und Orange, wobei Lila häufiger als Orange mit dem sichersten Ausgang in Verbindung gebracht wurde. Dies gibt einen Hinweis darauf, dass diese Farbe Lila ebenfalls als mittlerer Gefährdungsbereich interpretiert wird. Dies widerspricht den Vorgaben, z. B. denen der ISO (2015), nach denen die Farbe Lila genutzt werden soll, um den Status *tödliche Gefahr* abzubilden. Die Probanden assoziierten mit der Farbe Lila nicht eine derartig hohe Gefahr, verbinden mit ihr aber offensichtlich die Farbsymbolik *Unsicherheit*. Dennoch kann anhand der Ergebnisse nicht geklärt werden, ob die Farbe Lila z. B. eher eine Abstufung zwischen den Farben Gelb und Orange darstellt. Zur Kennzeichnung einer mittleren Gefährdung sollte dennoch bevorzugt Gelb oder Orange anstatt der Farbe Lila genutzt werden.

Die Ergebnisse der KA Forschungsfrage 1 zeigen, dass nicht nur die Farbe der Ausgänge Auswirkungen auf die Auswahl des Ausgangs hat (*Auswahlstrategie Farbe*). Auch die Position des Ausgangs auf dem Kartenausschnitt hat Einfluss auf die Auswahl (*Auswahlstrategie Position*). Dies zeigt sich in den beiden Auswahlstrategien der Probanden. In der Methode Kartenausschnitte scheinen die Probanden die Position als relevanter als die Farbe eingeschätzt zu haben, kurz *Position schlägt Farbe.* Die Auswahlstrategie *Tendenz zur Mitte* lässt sich durch das *Gestaltgesetz der Erfahrung* erklären (Katz, 1969; vgl. Abschnitt 3.2.4). Zum einen weil der Ausgang in der Mitte im Vergleich zu den anderen Ausgängen für alle Fahrgäste als gleichermaßen verfügbar interpretiert werden kann. Die Einschätzung der schnellen Zugänglichkeit für die auf dem U-Bahnsteig verteilten Fahrgäste scheint eine relevante Rolle für die Probanden gespielt zu haben, so fragten einige Probanden während der Durchführung der Untersuchung nach dem Aufenthaltsort der Fahrgäste. Die Versuchsleiter gaben dazu immer an, dass die Fahrgäste auf dem Bahnsteig verteilt seien, der konkrete Aufent-

haltsort aller Fahrgäste jedoch nicht bekannt sei. Die Auswahl des mittleren Ausgangs I/3 kann also, unabhängig von der genauen Kenntnis des Aufenthaltsorts der Fahrgäste, den für alle Fahrgäste am schnellsten verfügbaren Ausgang darstellen. Zum anderen kann die vertikale Ausrichtung von Ausgang I/3 implizit eine günstige Laufrichtung anhand der Orientierung vermittelt haben, sodass die Probanden die vertikale Ausrichtung als *nach vorne* oder *draußen* interpretiert haben könnten, z. B. da digitale Karten häufig in Laufrichtung ausgerichtet sind (Katz, 1969; Wickens et al., 1997).

Aufgrund der gewählten Ausgangslagen 1 und 2 waren die Ausgänge I/3 und O/4 nie grün eingefärbt. Einen Hinweis darauf, dass sich die beiden Auswahlstrategien summieren könnten, gab Kartenausschnitt 8, bei dem die Farbe Blau am allerhäufigsten (105) ausgewählt wurde: Hier wählten rund 52 % der Probanden aller Teilstichproben den blau eingefärbten Ausgang I/3 aus. Eine Erklärung für diese Summation kann das Zusammenwirken von Farbe, Ausrichtung und Lage auf der Karte im Sinne des *Redundancy Gains* sein (Wickens & Hollands, 2000; vgl. Abschnitt 6). Für ein tieferes Verständnis der Zusammenwirkung der Auswahlstrategien sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig.

In der Methode Kartenausschnitte wurde auch die persönlich eingeschätzte Gewissheit, mit der die Probanden den sichersten Ausgang auswählten, erfasst. Insgesamt waren sich die Probanden in ihrer Auswahl *sicher*, da die Gewissheit mit $M = 7.1$, $SD = 2.07$; $Mdn = 7$ erfasst wurde. Ein reines Schätzen der Gewissheit bezüglich der Auswahl der sichersten Ausgänge kann somit ausgeschlossen werden. Einige wenige Probanden gaben ihre Gewissheit für alle Kartenausschnitte mit dem Wert 1 = gar nicht sicher (Pb 438; Pb 462) oder der 10 = sehr sicher (Pb 210; Pb 305; Pb 466) an. Aufgrund der geringen Anzahl dieser Probanden und da nicht eindeutig geklärt werden konnte, aus welchen Gründen sie sich tatsächlich sehr unsicher bzw. sehr sicher gewesen waren, wurden die Daten in die Auswertung dennoch einbezogen.

Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Einschätzungen der Gewissheit, mit der ein Ausgang gewählt wurde, und den betrachteten Farben wurden die Einschätzungen der zehnstufigen Skala in drei Bereiche aggregiert und zusammengefasst. Auch wenn durch diese Zusammenfassung Informationen verloren gingen, erlaubte die Einteilung in diese drei Bereiche einen zweckmäßigen Vergleich der Einschätzungen der Gewissheit über die Farben hinweg. Die niedrige Gewissheit für die Einschätzungen von 1 bis 3 wurde am seltensten ausgewählt (7 %), die mittlere Gewissheit für die Einschätzungen von 4 bis 7 am häufigsten (54 %) und die hohe Gewissheit für die Einschätzungen von 8 bis 10 mittel häufig (39 %). Es lag ein signifikanter Zusammenhang zwischen den drei Bereichen und den Farben vor, d. h. die Einschätzung der Gewissheit wurde durch die Farbe beeinflusst. Die

Probanden schätzen ihre Auswahl am häufigsten für die grün eingefärbten Ausgänge mit dem höchsten Bereich der eingeschätzten Gewissheit ein (49 %), gefolgt von den Farben Blau (40 %) und Weiß (38 %). Der Bereich der mittleren Sicherheit wurde, außer bei der Farbe Grün, am häufigsten für alle Farben ausgewählt. Damit zeigte sich, dass die Probanden sich in ihrer Auswahl eines sicheren Ausgangs sicherer waren, wenn der Ausgang eine Farbe (Grün, Blau, Weiß) hatte, die eher mit einer Farbsymbolik von Sicherheit assoziiert wird.

Sollen auf Kartenausschnitten sichere bzw. gefährliche Bereiche gekennzeichnet werden, ist zu beachten, dass die Farbe nicht immer intuitiv verstanden wird bzw. eine reine Farbkodierung der Ausgänge für ungeübte Nutzer als Information allein nicht ausreicht. Dies zeigt sich in der Zusammenfassung *Position schlägt Farbe*. Für die Anwendung bedeutet dies, dass bei ungeübten Nutzern nicht immer alle in der Methode Kartenausschnitte betrachteten Farben verwendet werden sollten. Die Nutzung der Farben Grün und Rot zur Unterscheidung der sicheren von unsicheren Ausgängen kann in den meisten Fällen ausreichend sein. Sollen jedoch differenziertere Angaben über mögliche Gefährdungen, z. B. durch Gelb oder Orange, gemacht werden, muss die Bedeutung der Farben durch Training oder mithilfe einer Legende vermittelt werden. Zudem scheinen Informationen über die konkreten Aufenthaltsorte von Fahrgästen auf den U-Bahnplattformen einen weiteren wichtigen Faktor für die Auswahl des sichersten Ausgangs darzustellen.

10.6.2 Diskussion KA Forschungsfrage 2: Interpretation der Farben auf den Kartenausschnitten in den Teilstichproben DE, KR, RU und US

10.6.2.1 Diskussion KA Forschungsfrage 2: Teilstichprobe DE

Die Ampelanalogie kann für die Teilstichprobe DE durch die Auswertung von KA Forschungsfrage 2 für die Farben Grün und Rot eindeutig bestätigt werden. Ausgänge in der Farbe Grün wurden am häufigsten als sicherster Ausgang gewählt, daher sollte Grün zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden. Die Farbe Rot wurde in den wenigsten Fällen mit dem sichersten Ausgang assoziiert und sollte daher nur für die Kennzeichnung von bereits gefährlichen Ausgängen genutzt werden. Diese Ergebnisse entsprechen auch den Erkenntnissen aus Farbanwendung und Farb- bzw. Warnungsforschung (z. B. in Braun et al., 1995; Frieling, 1984; ISO, 2015).

Die Ampelanalogie kann für die Farben Orange und Gelb in der Teilstichprobe DE bestätigt werden. Die Häufigkeiten der Auswahl dieser Farben lagen zwischen den Farben Grün und Rot, sodass Orange und Gelb als Kennzeichnung für einen mittleren Gefährdungsbereich zwischen Rot und Grün aufgefasst werden können. Dennoch kann nicht eindeutig

geklärt werden, ob die beiden Farben eine Abstufung von Gefahr bzw. Sicherheit auf Kartenausschnitten darstellen. Die Farbe Gelb wird nur etwas häufiger als die Farbe Orange mit dem sichersten Ausgang in Verbindung gebracht; daher wurden die beiden Farben nicht eindeutig unterschieden. Die nicht eindeutige Unterscheidbarkeit der Farben Gelb und Orange diskutieren z. B. Leonard (1999) sowie Smith-Jackson und Wogalter (2000). Wegen des fehlenden Nachweises der Abstufung und unter Einbeziehung der besseren Unterscheidbarkeit durch den Farbe-an-sich-Kontrast (vgl. Abschnitt 3.2.3) sollte nur eine der beiden Farben genutzt werden, um einen mittleren Gefährdungsbereich auf Kartenausschnitten abzubilden.

Ausgänge in der Farbe Blau wurden unerwartet häufig als sicherster Ausgang ausgewählt, weshalb Blau ähnlich hohe Werte wie die Farbe Grün erreichte. Diese hohen Werte geben einen Hinweis darauf, dass auch diese Farbe zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen geeignet erscheint. Die Probanden der Teilstichprobe DE verbinden mit der Farbe Blau also ein mentales Modell von *Erlaubnis* und *Sicherheit*. Aufgrund der beiden Ausgangslagen konkurrierten die Farben Grün und Blau auf keinem der Kartenausschnitte direkt um die Auswahl des sichersten Ausgangs. Weitere Untersuchungen von Kartenausschnitten, auf denen Ausgänge in den Farben Grün und Blau vorhanden sind, sollten daher weitere Rückschlüsse auf die Nutzung dieser Farben zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen geben. Grundsätzlich sollte die Farbe Grün anstatt der Farbe Blau zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden. Eine Abstufung von Sicherheit durch Blau und Grün erscheint auf die Praxis bezogen nicht sinnvoll.

Die Farbe Weiß wurde häufiger als die Farben Rot, Orange, Gelb und Lila, jedoch seltener als die Farben Grün und Blau mit dem sichersten Ausgang assoziiert. Ob die Farbe Weiß mit einer mittleren Sicherheit verbunden wird oder als neutraler Ausgang, über den keine Aussagen über Gefährdungen vorhanden waren, betrachtet wird, kann auf Basis der Kartenausschnitte nicht erklärt werden. Dennoch scheint die Farbsymbolik Sicherheit und Neutralität der Farbe Weiß eine Rolle zu spielen. Die Farbe Weiß wird nicht zur Kennzeichnung von Gefährdungen empfohlen, und zur Kennzeichnung von sicheren Bereichen sollte die Farbe Grün der Farbe Weiß vorgezogen werden. Weiß könnte im Sinne von *keine Information vorhanden* genutzt werden. Dies müsste den Nutzern jedoch explizit, z. B. durch eine Legende, vermittelt werden.

Die Farbe Lila liegt zwischen den Farben Grün und Rot, wurde jedoch häufiger als die Farben Gelb und Orange mit dem sichersten Ausgang assoziiert. Dies gibt einen Hinweis darauf, dass diese Farbe Lila mit einem mittleren Gefährdungsbereich verbunden wird. Dies widerspricht den Vorgaben, z. B. denen der ISO (2015), nach denen die Farbe Lila genutzt

werden soll, um den Status *tödliche Gefahr* abzubilden. Die deutschen Probanden assoziierten mit der Farbe Lila nicht eine derart hohe Gefahr, verbinden mit ihr aber offensichtlich die Farbsymbolik *Unsicherheit*. Anhand der Ergebnisse kann nicht geklärt werden, ob die Farbe Lila grundsätzlich als unsicher interpretiert wird oder sogar eine Abstufung zwischen den Farben Gelb und Weiß darstellt. Zur Kennzeichnung einer mittleren Gefährdung sollte dennoch besser eine der Farben Gelb oder Orange genutzt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass nicht nur die Farbe der Ausgänge Auswirkungen auf die Auswahl des Ausgangs hat (*Auswahlstrategie Farbe*). Auch die Position des Ausgangs auf dem Kartenausschnitt beeinflusst die Auswahl (*Auswahlstrategie Position*). Dies zeigt sich in den Auswahlstrategien der Probanden der Teilstichprobe DE: In der Methode Kartenausschnitte favorisierten sie die Position vor der Farbe, kurz *Position schlägt Farbe.* Die Auswahlstrategie *Tendenz zur Mitte* lässt sich durch das *Gestaltgesetz der Erfahrung* erklären (Katz, 1969; vgl. Abschnitt 3.2.4). Zum einen weil der Ausgang in der Mitte im Vergleich zu den anderen Ausgängen für alle Fahrgäste als gleichermaßen verfügbar interpretiert werden kann. Die Einschätzung der schnellen Zugänglichkeit für die auf dem U-Bahnsteig verteilten Fahrgästen scheint eine relevante Rolle für die deutschen Probanden gespielt zu haben, so fragten einige Probanden während der Durchführung der Untersuchung nach dem Aufenthaltsort der Fahrgäste. Die Versuchsleiter gaben dazu immer an, dass die Fahrgäste auf dem Bahnsteig verteilt seien, der konkrete Aufenthaltsort aller Fahrgäste jedoch nicht bekannt sei. Die Auswahl des mittleren Ausgangs I/3 kann also, unabhängig von der genauen Kenntnis des Aufenthaltsorts der Fahrgäste, den für alle Fahrgäste am schnellsten verfügbaren Ausgang darstellen. Zum anderen kann die vertikale Ausrichtung von Ausgang I/3 implizit eine günstige Laufrichtung anhand der Orientierung vermittelt haben, sodass die Probanden die vertikale Ausrichtung als *nach vorne* oder *draußen* interpretiert haben könnten, z. B. da digitale Karten häufig in Laufrichtung ausgerichtet sind (Katz, 1969; Wickens et al., 1997).

Aufgrund der gewählten Ausgangslagen 1 und 2 waren die Ausgänge I/3 und O/4 nie grün eingefärbt. Einen Hinweis darauf, dass sich die beiden Auswahlstrategien summieren könnten, gab Kartenausschnitt 8, bei dem die Farbe Blau am allerhäufigsten (35-mal) ausgewählt wurde: Hier wählten rund 74 % der deutschen Probanden den blau eingefärbten Ausgang I/3 aus. Eine Erklärung für diese Summation kann das Zusammenwirken von Farbe, Ausrichtung und Lage auf der Karte im Sinne des *Redundancy Gains* sein (Wickens & Hollands, 2000; vgl. Abschnitt 6.1). Für ein tieferes Verständnis der Zusammenwirkung der Auswahlstrategien sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig.

In der Methode Kartenausschnitte wurde auch die persönlich eingeschätzte Gewissheit, mit der die Probanden der Teilstichprobe DE den sichersten Ausgang auswählten, erfasst.

Insgesamt waren sich die deutschen Probanden in ihrer Auswahl sicher, da die Gewissheit mit $M = 6.7$, $SD = 1.9$; $Mdn = 7$ erfasst wurde. Ein reines Schätzen der Gewissheit bezüglich der Auswahl der sichersten Ausgänge kann somit ausgeschlossen werden.

Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Einschätzungen der Gewissheit, mit der ein Ausgang gewählt wurde, und den betrachteten Farben wurden die Einschätzungen der zehnstufigen Skala in drei Bereiche aggregiert und zusammengefasst. *Niedrige Gewissheit* von 1 bis 3 wurde *am seltensten* ausgewählt (6 %), die *mittlere Gewissheit* für die Einschätzungen von 4 bis 7 *am häufigsten* (55 %) und die *hohe Gewissheit* für die Einschätzungen von 8 bis 10 *mittelhäufig* (39 %). Es lag ein signifikanter Zusammenhang zwischen den drei Bereichen und den Farben vor, d. h. die Einschätzung der Gewissheit wurde durch die Farbe beeinflusst. Die Probanden der Teilstichprobe DE schätzen ihre Auswahl am häufigsten für die grün eingefärbten Ausgänge mit dem höchsten Bereich der Gewissheit ein (57 %), gefolgt von den Farben Weiß (46 %) und Blau (41 %). Der Bereich der mittleren Sicherheit wurde, außer bei der Farbe Grün, am häufigsten für alle Farben ausgewählt. Damit zeigte sich, dass die Probanden sich in ihrer Auswahl des sichersten Ausgangs sicherer waren, wenn er eine Farbe (Grün, Blau, Weiß) hatte, die eher mit einer Farbsymbolik von Sicherheit assoziiert wird.

Sollen auf Kartenausschnitten sichere bzw. gefährliche Bereiche gekennzeichnet werden, ist zu beachten, dass die Farbe nicht immer intuitiv verstanden wird bzw. eine reine Farbkodierung für ungeübte Nutzer als Information allein nicht ausreicht. Dies zeigt sich unter anderem in der Zusammenfassung *Position schlägt Farbe*. Für die Anwendung bedeutet dies, dass bei ungeübten Nutzern nicht immer alle in der Methode Kartenausschnitte betrachteten Farben verwendet werden sollten. Die Nutzung der Farben Grün und Rot zur Unterscheidung der sicheren von unsicheren Ausgängen kann in diesen Fällen ausreichend sein. Sollen jedoch differenziertere Angaben über mögliche Gefährdungen, z. B. durch Gelb oder Orange, gemacht werden, muss die Bedeutung der Farben durch Training oder mithilfe einer Legende vermittelt werden.

10.6.2.2 Diskussion KA Forschungsfrage 2: Teilstichprobe KR

Die Ampelanalogie kann für die Teilstichprobe KR durch die Auswertung von KA Forschungsfrage 2 für die Farben Grün und Rot bestätigt werden. Die Farbe Grün wurde am häufigsten mit dem sichersten Ausgang assoziiert und sollte daher zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden. Die Farbe Rot wurde in den wenigsten Fällen gewählt und sollte nicht für die Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden, sondern für die Kennzeichnung von bereits gefährlichen Ausgängen. Diese Ergebnisse entsprechen

den Erkenntnissen aus Farbanwendung und Farb- bzw. Warnungsforschung (z. B. in Braun & Silver, 1995; Frieling, 1984; ISO, 2015).

Für die Farben Orange und Gelb kann die Ampelanalogie in der Teilstichprobe KR bedingt bestätigt werden. Die Häufigkeiten der Auswahl dieser Farben lagen zwar zwischen den Farben Grün und Rot, aber auch die Farbe Weiß wurde ähnlich häufig mit dem sicherste Ausgang assoziiert. Ausgänge in der Farbe Orange wurden etwas seltener als die in der Farbe Gelb als sicherster Ausgang gewählt. Dies gibt einen Hinweis daraus, dass die koreanischen Probanden Sicherheit mit den beiden Farben verbinden. Eine Erklärung dafür könnte die koreanische Farbsymbolik liefern. Die koreanischen Pujok-Talismänner (Brunet, 1999-2015) werden z. B. an Haustüren angebracht und symbolisieren Sicherheit. Da es in den Kartenausschnitten um die Kennzeichnung von Ausgängen (also gewissermaßen Türen) geht, könnten die Farben Gelb und Orange diese Assoziation hervorgerufen haben. Weiterhin konnte nicht geklärt werden, ob die beiden Farben eine Abstufung von Gefahr bzw. Sicherheit auf Kartenausschnitten darstellen, vor allem da die Farbe Gelb nur geringfügig häufiger als die Farbe Orange mit dem sichersten Ausgang verbunden wurde. Die nicht eindeutige Unterscheidbarkeit der Farben Gelb und Orange diskutieren z. B. Leonard (1999) sowie Smith-Jackson und Wogalter (2000). Eine Erklärung könnte ein unzureichender Farbe-an-sich-Kontrast zwischen den beiden Farben liefern (vgl. Abschnitt 3.2.3). Grundsätzlich erscheint es deshalb sinnvoll, nur die Farben Grün und Rot zur Kennzeichnung von Sicherheit bzw. Gefahr auf Kartenausschnitten zu verwenden. Sollen doch mehrere Gefährdungsstufen abgebildet werden, müssen in dieser Teilstichprobe die fehlende intuitive Bedeutung aufgrund der interferierenden Farbsymbolik sowie der fehlende Nachweis der Abstufung in die Verwendung dieser Farben als Kodierung einbezogen werden. Die Nutzer müssen also über die Bedeutung der Farben informiert werden, z. B. durch eine Legende. Des Weiteren empfiehlt es sich, eher die Farbe Orange als Gelb zu verwenden, um einen mittleren Gefährdungsbereich abzubilden.

Die Probanden der Teilstichprobe KR verbinden mit der Farbe Blau eher ein mentales Modell von *Erlaubnis* und *Sicherheit*. Dennoch grenzte sich die Farbe Blau nur geringfügig von der Farbe Gelb ab. Ausgänge in der Farbe Blau wurden aber seltener als solche in der Farbe Grün als sicherster Ausgang ausgewählt. Die Farben Grün und Blau konkurrierten aufgrund der beiden Ausgangslagen auf keinem der Kartenausschnitte direkt um die Auswahl des sichersten Ausgangs. Grundsätzlich sollte die Farbe Grün anstatt der Farbe Blau zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden. Eine Abstufung von Sicherheit durch Blau und Grün erscheint auf die Praxis bezogen nicht sinnvoll.

Die Farbe Weiß wurde häufiger als die Farben Rot und Lila, jedoch seltener als die Farben Grün, Blau, Gelb und Orange mit dem sichersten Ausgang assoziiert. Ob Weiß mit einer geringen Sicherheit bzw. Gefährdung verbunden wird oder als Ausgang, über den keine Aussagen über Gefährdungen vorhanden waren, kann auf Basis der Kartenausschnitte nicht erklärt werden. Die koreanische Farbsymbolik der Farbe Weiß als Farbe der Trauer und des Todes kann jedoch eine Erklärung dafür liefern, dass sie mit nicht sicher assoziiert wird.

Bei der Farbe Lila zeigten sich ähnlich hohe Werte wie bei der Farbe Rot. Dies gibt einen Hinweis darauf, dass Lila als nicht sicher bzw. als gefährlich interpretiert wird. Dennoch kann anhand der Ergebnisse nicht geklärt werden, ob die Farbe Lila grundsätzlich als unsicher interpretiert wird oder sogar eine Abstufung zwischen den Farben Rot und Orange darstellt. Die drei Farben Gelb, Orange und Lila scheinen somit zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen nicht geeignet, sondern sollten eher für gefährdete Ausgänge genutzt werden. Dennoch kann nicht eindeutig geklärt werden, welche mentalen Modelle mit der Farbe Lila in Bezug auf die Kartenausschnitte in der Teilstichprobe KR verbunden werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass nicht nur die Farbe der Ausgänge Auswirkungen auf die Auswahl des Ausgangs hatte (*Auswahlstrategie Farbe*). Auch die Position des Ausgangs auf dem Kartenausschnitt beeinflusste die Auswahl (*Auswahlstrategie Position*). Dies zeigt sich in den Auswahlstrategien der koreanischen Probanden: In der Methode Kartenausschnitte favorisierten sie die Position vor der Farbe (*Position schlägt Farbe*) Die Auswahlstrategie *Tendenz zur Mitte* lässt sich durch das *Gestaltgesetz der Erfahrung* erklären (Katz, 1969; vgl. Abschnitt 3.2.4). Zum einen weil der Ausgang in der Mitte im Vergleich zu den anderen Ausgängen für alle Fahrgäste als gleichermaßen verfügbar interpretiert werden kann. Die Einschätzung der schnellen Zugänglichkeit für die auf dem U-Bahnsteig verteilten Fahrgäste scheint eine relevante Rolle für die Probanden der Teilstichprobe KR gespielt zu haben. Einige Probanden fragten während der Durchführung der Untersuchung nach dem Aufenthaltsort der Fahrgäste. Die Versuchsleiter gaben dazu immer an, dass die Fahrgäste auf dem Bahnsteig verteilt seien, der konkrete Aufenthaltsort aller Fahrgäste jedoch nicht bekannt sei. Die Auswahl des mittleren Ausgangs I/3 kann also, unabhängig von der genauen Kenntnis des Aufenthaltsorts der Fahrgäste, den für alle Fahrgäste am schnellsten verfügbaren Ausgang darstellen. Zum anderen kann die vertikale Ausrichtung von Ausgang I/3 implizit eine günstige Laufrichtung anhand der Orientierung vermittelt haben, sodass die Probanden die vertikale Ausrichtung als *nach vorne* oder *draußen* interpretiert haben könnten, z. B. da digitale Karten häufig in Laufrichtung ausgerichtet sind (Katz, 1969; Wickens et al., 1997). Die Auswahlstrategie *Tendenz nach außen* erklärt die geringen Häufigkeiten der dazwischenliegenden Ausgänge E/2, O/4 und U/5 und kann durch das *Gestaltgesetz der Erfah-*

rung erklärt werden (Katz, 1969). Dabei könnte zum einen ein mehr oder weniger bewusst wahrgenommener Gesamteindruck eines Kartenausschnittes in Bezug auf die beiden Ausgangslagen eine Rolle gespielt haben. Das bedeutet, die dargestellte Lage auf einem Kartenausschnitt wird entsprechen der Farben interpretiert und der sicherste Ausgang anhand der Farbe identifiziert. Zum anderen könnte das Prinzip *Flucht nach außen* eine Rolle gespielt haben, indem die außen liegenden Ausgänge als am weitesten entfernt von einer Gefährdung eingeschätzt wurden. Die Position der Ausgänge hat insgesamt eine größere Rolle als die Einfärbung der Ausgänge gespielt. Dies kann mit dem Ausdruck *Position schlägt Farbe* beschrieben werden.

In der Methode Kartenausschnitte wurde auch die persönlich eingeschätzte Gewissheit, mit der die Probanden der Teilstichprobe KR den sichersten Ausgang auswählten. Insgesamt sind sich die koreanischen Probanden sicher in ihrer Auswahl, da die Gewissheit mit $M = 6.6$, $SD = 1.9$; $Mdn = 7$ erfasst wurde. Ein reines Schätzen der Gewissheit bezüglich der Auswahl der sichersten Ausgänge kann somit ausgeschlossen werden. Ein Proband gab für alle Kartenausschnitte einen Wert von 10 = sehr sicher an (Pb 210). Es konnte nicht eindeutig geklärt werden, ob sich dieser Probanden tatsächlich sehr sicher gewesen war. Die Daten wurden jedoch in die Auswertung einbezogen.

Für die Untersuchung des Zusammenhangs der persönlichen Einschätzungen der Gewissheit, mit der ein Ausgang gewählt wurde, und den betrachteten Farben wurden die Einschätzungen der zehnstufigen Skala in drei Bereiche unterteilt. *Niedrige Gewissheit* für die Einschätzungen von 1 bis 3 wurde *am seltensten* ausgewählt (5 %), *mittlere Gewissheit* für die Einschätzungen von 4 bis 7 *am häufigsten* (63 %) und *hohe Gewissheit* für die Einschätzungen von 8 bis 10 *mittelhäufig* (31 %). Es lag kein signifikanter Zusammenhang zwischen den drei Bereichen und den Farben vor. Die Überprüfung erfolgte jedoch anhand eines, aufgrund der zum Teil geringen Zellgrößen, nur eingeschränkt gültigen X^2-Tests. Aufgrund der zu hohen Randsummen war eine Berechnung eines exakten Tests nach Fisher ebenfalls nicht zuverlässig möglich. Eine größere Teilstichprobe hätte die Überprüfung eher zugelassen. Der Bereich mittlere Sicherheit wurde am häufigsten für alle Farben ausgewählt. Die koreanischen Probanden schätzen ihre Auswahl am häufigsten für die gelb eingefärbten Ausgänge mit dem höchsten Bereich der Gewissheit ein (43 %), gefolgt von der Farbe Grün (33 %). Dafür könnte wiederum die koreanische Farbsymbolik, die Gelb mit Sicherheit und Schutz verbindet, eine Erklärung liefern.

Sollen auf Kartenausschnitten sichere bzw. gefährliche Bereiche gekennzeichnet werden, ist zu beachten, dass die Farbe nicht immer intuitiv verstanden wird bzw. die Farbe für ungeübte Nutzer als Information allein nicht ausreicht. Dies zeigt sich in der Zusammenfassung

Position schlägt Farbe. Für die Anwendung bedeutet dies, dass bei ungeübten Nutzern nicht immer alle in der Methode Kartenausschnitte betrachteten Farben verwendet werden sollten. Die Nutzung der Farben Grün und Rot zur Unterscheidung der sicheren von unsicheren Ausgängen kann in diesen Fällen ausreichend sein. Sollen jedoch differenziertere Angaben über mögliche Gefährdungen, z. B. durch die Farbe Orange oder Lila, gemacht werden, muss die Bedeutung der Farben durch Training oder mithilfe einer Legende vermittelt werden.

10.6.2.3 Diskussion KA Forschungsfrage 2: Teilstichprobe RU

Die Ampelanalogie kann für die Teilstichprobe RU durch die Auswertung von KA Forschungsfrage 2 für die Farben Grün und Rot bedingt bestätigt werden. Die Farbe Grün wurde, nach der Farbe Blau, am zweithäufigsten mit dem sichersten Ausgang assoziiert und kann deshalb zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden. Die Farbe Rot wurde in den wenigsten Fällen gewählt und sollte nicht für die Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden, sondern für die Kennzeichnung von bereits gefährlichen Ausgängen. Diese Ergebnisse entsprechen auch den Erkenntnissen aus Farbanwendung und Farb- bzw. Warnungsforschung (z. B. in Braun & Silver, 1995; Frieling, 1984; ISO, 2015).

Die Farben Orange und Gelb wurden in der russischen Teilstichprobe mit einem mittleren Gefährdungsbereich zwischen Rot und Grün assoziiert. Dennoch kann nicht eindeutig geklärt werden, ob diese beiden Farben eine Abstufung von Gefahr bzw. Sicherheit auf Kartenausschnitten darstellen. Die Farbe Gelb wird etwas häufiger als die Farbe Orange mit dem sichersten Ausgang verbunden, daher wurden die beiden Farben nicht eindeutig unterschieden. Die nicht eindeutige Unterscheidbarkeit der Farben Gelb und Orange diskutieren z. B. Leonard (1999) sowie Smith-Jackson und Wogalter (2000). Wegen des fehlenden Nachweises der Abstufung und unter Einbeziehung der besseren Unterscheidbarkeit durch den Farbe-an-sich-Kontrast (vgl. Abschnitt 3.2.3) sollte nur eine der beiden Farben genutzt werden, um einen mittleren Gefährdungsbereich auf Kartenausschnitten abzubilden.

Ausgänge in der Farbe Blau wurde am häufigsten als sicherster Ausgang ausgewählt. Die hohen Werte bei der Farbe Blau zeigen, dass diese Farbe in der Teilstichprobe RU zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden kann. Die Probanden RU verbinden mit der Farbe Blau also ein mentales Modell von *Erlaubnis* und *Sicherheit*. Dennoch kann anhand der Farbsymbolik der Farbe Blau nicht erklärt werden, warum die russischen Probanden diese Farbe als am sichersten einschätzen. Das verwendete Signalblau entspricht eher dem Russischen *синий* (siniy, Dunkelblau), das eher negative Konnotationen hervorrufen dürfte (vgl. Abschnitt 6; Voevoda, 2012). Die Farben Blau und Grün wurden sehr ähnlich

eingeschätzt, sodass eine eindeutige Abstufung nicht festgelegt werden kann. Aufgrund der beiden Ausgangslagen konkurrierten die Farben Grün und Blau auf keinem der Kartenausschnitte direkt um die Auswahl des sichersten Ausgangs. Die mentalen Modelle der beiden Farben scheinen in dieser Teilstichprobe ähnlich zu sein. Weitere Untersuchungen von Kartenausschnitten, auf denen Ausgänge in den Farben Grün und Blau vorhanden sind, sollten daher weitere Rückschlüsse auf die Nutzung dieser Farben zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen geben.

Die Farbe Weiß wurde häufiger als die Farben Gelb, Orange, Rot und Lila, jedoch seltener als die Farben Grün und Blau mit dem sichersten Ausgang assoziiert. Ob Weiß mit einer mittleren Sicherheit verbunden oder als neutraler Ausgang betrachtet wurde, über den keine Aussagen über Gefährdungen vorhanden waren, kann auf Basis der Kartenausschnitte nicht erklärt werden. Dennoch scheint die Farbsymbolik Sicherheit und Neutralität der Farbe Weiß eine Rolle zu spielen. Die Farbe Weiß wird nicht zur Kennzeichnung von Gefährdungen empfohlen. Zur Kennzeichnung von sicheren Bereichen sollte die Farbe Grün der Farbe Weiß vorgezogen werden. Weiß könnte im Sinne von *keine Information vorhanden* genutzt werden. Dies müsste jedoch explizit, z. B. durch eine Legende an die Nutzer vermittelt werden.

Bei der Farbe Lila zeigten sich ähnlich hohe Werte wie bei der Farbe Rot. Dies gibt einen Hinweis darauf, dass Lila als nicht sicher bzw. als gefährlich interpretiert wird. Dennoch kann anhand der Ergebnisse nicht geklärt werden, ob die Farbe Lila grundsätzlich als unsicher interpretiert wird oder sogar eine Abstufung zwischen den Farben Rot und Orange darstellt. Die drei Farben Gelb, Orange und Lila scheinen somit zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen nicht geeignet, sondern sollten eher für gefährdete Ausgänge genutzt werden. Dennoch kann nicht eindeutig geklärt werden, welche mentalen Modelle mit der Farbe Lila in Bezug auf die Kartenausschnitte in der Teilstichprobe RU verbunden werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass nicht nur die Farbe der Ausgänge Auswirkungen auf die Auswahl des Ausgangs hatte (*Auswahlstrategie Farbe*), z. B. bei Ausgang E/2. Auch die Position des Ausgangs auf dem Kartenausschnitt beeinflusste die Auswahl (*Auswahlstrategie Position*). Dies zeigt sich in den Auswahlstrategien der russischen RU: In der Methode Kartenausschnitte favorisierten sie die Position vor der Farbe (*Position schlägt Farbe*). Die Auswahlstrategie *Tendenz zur Mitte* lässt sich durch das *Gestaltgesetz der Erfahrung* erklären (Katz, 1969; vgl. Abschnitt 3.2.4). Zum einen weil der Ausgang in der Mitte im Vergleich zu den anderen Ausgängen für alle Fahrgäste als gleichermaßen verfügbar interpretiert werden kann. Die Einschätzung der schnellen Zugänglichkeit für die auf dem U-Bahnsteig verteilten Fahrgäste scheint eine relevante Rolle für die Probanden der Teilstichprobe RU gespielt zu haben. Einige Probanden fragten während der Durchführung der Untersuchung nach dem

Aufenthaltsort der Fahrgäste. Die Versuchsleiter gaben dazu immer an, dass die Fahrgäste auf dem Bahnsteig verteilt seien, der konkrete Aufenthaltsort aller Fahrgäste jedoch nicht bekannt sei. Die Auswahl des mittleren Ausgangs I/3 kann also, unabhängig von der genauen Kenntnis des Aufenthaltsorts der Fahrgäste, den für alle Fahrgäste am schnellsten verfügbaren Ausgang darstellen. Zum anderen kann die vertikale Ausrichtung von Ausgang I/3 implizit eine günstige Laufrichtung anhand der Orientierung vermittelt haben, sodass die Probanden die vertikale Ausrichtung als *nach vorne* oder *draußen* interpretiert haben könnten, z. B. da digitale Karten häufig in Laufrichtung ausgerichtet sind (Katz, 1969; Wickens et al., 1997).

Aufgrund der gewählten Ausgangslagen 1 und 2 waren die Ausgänge I/3 und O/4 nie grün eingefärbt. Einen Hinweis darauf, dass sich die beiden Auswahlstrategien summieren könnten, zeigte sich bei Kartenausschnitt 8, bei dem die Farbe Blau insgesamt am allerhäufigsten (18-mal) ausgewählt wurde: Hier wählten rund 45 % der russischen Probanden den Ausgang I/3 aus. Eine Erklärung für diese Summation kann das Zusammenwirken von Farbe, Ausrichtung und Lage auf der Karte im Sinne des *Redundancy Gains* sein (Wickens & Hollands, 2000; vgl. Abschnitt 6.1). Für ein tieferes Verständnis der Zusammenwirkung der Auswahlstrategien sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig.

In der Methode Kartenausschnitte wurde auch die persönlich eingeschätzte Gewissheit, mit der die Probanden der Teilstichprobe RU den sichersten Ausgang auswählten. Insgesamt waren sich die Probanden sicher in ihrer Auswahl, da die Gewissheit mit $M = 7.25$, $SD = 1.95$; $Mdn = 7$ erfasst wurde. Ein reines Schätzen der Gewissheit bezüglich der Auswahl der sichersten Ausgänge kann somit ausgeschlossen werden. Ein russischer Proband gab für alle Kartenausschnitte eine Gewissheit von 10 = sehr sicher an (Pb 305). Es konnte nicht eindeutig geklärt werden, ob sich dieser Proband tatsächlich sehr sicher gewesen war. Die Daten wurden dennoch in die Auswertung einbezogen.

Für die Untersuchung des Zusammenhangs der Einschätzungen der Gewissheit, mit der ein Ausgang gewählt wurde, und den betrachteten Farben wurden die Einschätzungen der zehnstufigen Skala in drei Bereiche unterteilt. *Niedrige Gewissheit* für die Einschätzungen von 1 bis 3 wurde am *seltensten* ausgewählt (5 %), *mittlere Gewissheit* für die Einschätzungen von 4 bis 7 *mittelhäufig* (46 %) und *hohe Gewissheit* für die Einschätzungen von 8 bis 10 *am häufigsten* (49 %). Die Ergebnisse für hohe Gewissheit können durch die angegebene Gewissheit bei der Auswahl von grünen (61 %), gelben (57 %), lila (51 %) und sogar roten (48 %) Ausgängen begründet werden. Der Grund für die häufige Auswahl der hohen Gewissheit, mit der die Probanden der Teilstichprobe RU rote Ausgänge ausgewählt haben, kann nicht erklärt werden. Es zeigte sich aber, dass sich die Probanden in der Auswahl von

grünen Ausgängen sicherer waren als bei der Auswahl von blauen Ausgängen. Dies spricht für die Verwendung von grünen Ausschnitten zur Kennzeichnung sicherer Ausgänge.

Es lag kein signifikanter Zusammenhang zwischen den drei Bereichen und den Farben vor. Die Überprüfung erfolgte anhand eines, aufgrund der zum Teil geringen Zellgrößen, nur eingeschränkt gültigen X^2-Tests. Aufgrund der zu hohen Randsummen war eine Berechnung eines exakten Tests nach Fisher ebenfalls nicht zuverlässig möglich. Eine größere Teilstichprobe hätte die Überprüfung eher zugelassen. Der Bereich der mittleren Sicherheit wurde am häufigsten für alle Farben ausgewählt.

Sollen auf Kartenausschnitte sichere bzw. gefährliche Bereiche gekennzeichnet werden, ist zu beachten, dass die Farben nicht immer intuitiv verstanden wird bzw. die Farben für ungeübte Nutzer als Information allein nicht ausreichen. Dies zeigt sich in der Zusammenfassung *Position schlägt Farbe*. Für die Anwendung bedeutet dies, dass bei ungeübten Nutzern nicht immer alle in der Methode Kartenausschnitte betrachteten Farben verwendet werden sollten. Die Nutzung der Farben Grün oder Blau und Rot zur Unterscheidung der sicheren von unsicheren Ausgängen kann in diesen Fällen ausreichend sein. Sollen jedoch differenziertere Angaben über mögliche Gefährdungen, z. B. durch die Farbe Orange oder Gelb, gemacht werden, muss die Bedeutung der Farben durch Training oder mithilfe einer Legende vermittelt werden.

10.6.2.4 Diskussion KA Forschungsfrage 2: Teilstichprobe US

Die Ampelanalogie kann für die Teilstichprobe US durch die Auswertung von KA Forschungsfrage 2 für die Farben Grün und Rot eindeutig bestätigt werden. Die Farbe Grün wurde am häufigsten mit dem sichersten Ausgang assoziiert und sollte daher zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden. Die Farbe Rot wurde in den seltensten Fällen ausgewählt und sollte nicht für die Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden, sondern für die Kennzeichnung von bereits gefährlichen Ausgängen. Diese Ergebnisse entsprechen auch den Erkenntnissen aus Farbanwendung und Farb- bzw. Warnungsforschung (z. B. in Braun & Silver, 1995; Frieling, 1984; ISO, 2015).

Für die Farben Orange und Gelb kann die Ampelanalogie bedingt bestätigt werden. Die Häufigkeiten der Auswahl dieser Farben lagen zwischen den Farben Grün und Rot, sodass Orange und Gelb als Kennzeichnung für einen mittleren Gefahrenbereich aufgefasst werden können. Dennoch kann aufgrund der Methode Kartenausschnitte nicht eindeutig erklärt werden, ob die beiden Farben eine Abstufung von Gefahr bzw. Sicherheit auf Kartenausschnitten darstellen, auch wenn die Farbe Gelb etwas häufiger als die Farbe Orange als sicherster Ausgang ausgewählt wurde. Die nicht eindeutige Unterscheidbarkeit der Farben

Gelb und Orange diskutieren z. B. Leonard (1999) sowie Smith-Jackson und Wogalter (2000). Wegen des fehlenden Nachweises der Abstufung und unter Einbeziehung der besseren Unterscheidbarkeit durch den Farbe-an-sich-Kontrast (vgl. Abschnitt 3.2.3) sollte nur eine der beiden Farben genutzt werden, um einen mittleren Gefährdungsbereich auf Kartenausschnitten abzubilden.

Ausgänge in der Farbe Blau wurde unerwartet häufig als sicherster Ausgang ausgewählt, weshalb Blau ähnlich hohe Werte wie die Farbe Grün erzielte. Diese hohen Werte geben einen Hinweis darauf, dass diese Farbe zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen geeignet erscheint. Die US-amerikanischen Probanden verbinden mit der Farbe Blau also ein mentales Modell von *Erlaubnis* und *Sicherheit*. Aufgrund der beiden Ausgangslagen konkurrierten die Farben Grün und Blau auf keinem der Kartenausschnitte direkt um die Auswahl des sichersten Ausgangs. Grundsätzlich sollte die Farbe Grün anstatt der Farbe Blau zur Kennzeichnung von sicheren Ausgängen genutzt werden. Eine Abstufung von Sicherheit durch Blau und Grün erscheint auf die Praxis bezogen nicht sinnvoll.

Die Farbe Weiß wurde häufiger als die Farben Gelb, Orange, Rot und Lila, jedoch seltener als die Farben Grün und Blau mit dem sichersten Ausgang assoziiert. Ob Weiß mit einer mittleren Sicherheit verbunden oder als neutraler Ausgang betrachtet wurde, über den keine Aussagen über Gefährdungen vorhanden waren, kann anhand der Kartenausschnitte nicht erklärt werden. Dennoch scheint die Farbsymbolik Sicherheit und Neutralität der Farbe Weiß eine Rolle zu spielen. Die Farbe Weiß wird nicht zur Kennzeichnung von Gefährdungen empfohlen. Zur Kennzeichnung von sicheren Bereichen sollte die Farbe Grün der Farbe Weiß vorgezogen werden. Weiß könnte im Sinne von *keine Information vorhanden* genutzt werden. Dies müsste den Nutzern jedoch explizit, z. B. durch eine Legende, vermittelt werden.

Bei der Farbe Lila zeigten sich ähnlich hohe Werte wie bei der Farbe Gelb. Lila liegt somit zwischen den Häufigkeiten der Farben Grün und Rot. Dies gibt einen Hinweis darauf, dass diese Farbe als mittlerer Gefährdungsbereich interpretiert wird. Dies widerspricht den Vorgaben, z. B. denen der ISO (2015), nach denen die Farbe Lila genutzt werden soll, um den Status *tödliche Gefahr* abzubilden. Die Probanden der Teilstichprobe US verbanden die Farbe Lila nicht mit einer derart hohen Gefahr, assoziieren mit ihr aber offensichtlich die Farbsymbolik *Unsicherheit*. Anhand der Ergebnisse kann nicht geklärt werden, ob die Farbe Lila grundsätzlich als unsicher interpretiert wird oder sogar eine Abstufung zwischen den Farben Gelb und Weiß darstellt. Zur Kennzeichnung einer mittleren Gefährdung sollte dennoch besser eine der beiden Farben Gelb oder Orange genutzt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass nicht nur die Farbe der Ausgänge Auswirkungen auf die Auswahl des Ausgangs hatte (*Auswahlstrategie Farbe*). Auch die Position des Ausgangs auf

dem Kartenausschnitt beeinflusste die Auswahl (*Auswahlstrategie Position*). Dies zeigt sich in den Auswahlstrategien der US-amerikanischen Probanden: In der Methode Kartenausschnitte interpretierten die Probanden die Position als mindestens ähnlich relevant wie die farbliche Gestaltung der Ausgänge. Die Auswahlstrategie *Tendenz zur Mitte* lässt sich durch das *Gestaltgesetz der Erfahrung* erklären (Katz, 1969; vgl. Abschnitt 3.2.4). Zum einen weil der Ausgang in der Mitte im Vergleich zu den anderen Ausgängen für alle Fahrgäste als gleichermaßen verfügbar interpretiert werden kann. Die Einschätzung der schnellen Zugänglichkeit für die auf dem U-Bahnsteig verteilten Fahrgäste scheint eine relevante Rolle für die US-amerikanischen Probanden gespielt zu haben, so fragten einige Probanden während der Durchführung der Untersuchung nach dem Aufenthaltsort der Fahrgäste. Die Versuchsleiter gaben dazu immer an, dass die Fahrgäste auf dem Bahnsteig verteilt seien, der konkrete Aufenthaltsort aller Fahrgäste jedoch nicht bekannt sei. Die Auswahl des mittleren Ausgangs I/3 kann also, unabhängig von der genauen Kenntnis des Aufenthaltsorts der Fahrgäste, den für alle Fahrgäste am schnellsten verfügbaren Ausgang darstellen. Zum anderen kann die vertikale Ausrichtung von Ausgang I/3 implizit eine günstige Laufrichtung anhand der Orientierung vermittelt haben, sodass die Probanden die vertikale Ausrichtung als *nach vorne* oder *draußen* interpretiert haben könnten, z. B. da digitale Karten häufig in Laufrichtung ausgerichtet sind (Katz, 1969; Wickens et al., 1997). Dies kann erklären, warum die Farbe Rot bei Ausgang A/I am zweithäufigsten nach der Farbe Lila mit dem sichersten Ausgang assoziiert wurde. In diesem Zusammenhang könnte die Symbolwirkung von US-amerikanischen EXIT-Schildern, die in einigen US-Bundesstaaten rot eingefärbt sind, die hohe Häufigkeit der Auswahl der Farbe Rot erklären (vgl. Abschnitt 8.1). Die Auswahlstrategie *Tendenz nach links-außen* erklärt die geringen Häufigkeiten der dazwischenliegenden Ausgänge O/4, U/5 und Z/6 und kann ebenfalls durch das *Gestaltgesetz der Erfahrung* erklärt werden (Katz, 1969). Dabei könnte zum einen ein mehr oder weniger bewusst wahrgenommener Gesamteindruck eines Kartenausschnittes in Bezug auf die beiden Ausgangslagen eine Rolle gespielt haben. Das bedeutet, die dargestellte Lage auf einem Kartenausschnitt wird entsprechend der Farben interpretiert und der sicherste Ausgang anhand der Farbe identifiziert. Zum anderen könnte das Prinzip *Flucht nach links-außen* eine Rolle gespielt haben, indem die außen liegenden Ausgänge als am weitesten entfernt von einer Gefährdung eingeschätzt wurden. Darüber hinaus kann die Leserichtung von links nach rechts der Probanden der Teilstichprobe US eine Rolle in der Auswahl des sichersten Ausgangs gespielt haben.

Weiterhin muss eine Wechselwirkung zwischen der Einfärbung und der Position des Ausgangs berücksichtigt werden. Einen Hinweis darauf, dass sich die Auswahlstrategien sum-

mieren könnten, gab Kartenausschnitt 8, bei dem die Farbe Blau insgesamt am allerhäufigsten (39-mal) ausgewählt wurde: Hier wählten rund 52 % der US-amerikanischen Probanden den blau eingefärbten Ausgang I/3 aus. Eine Erklärung für diese Summation kann das Zusammenwirken von Farbe, Ausrichtung und Lage auf der Karte im Sinne des *Redundancy Gains* sein (Wickens & Hollands, 2000; vgl. Abschnitt 6.1). Für ein tieferes Verständnis der Summation der Auswahlstrategien sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig.

In der Methode Kartenausschnitte wurde auch die persönlich eingeschätzte Gewissheit, mit der die US-amerikanischen Probanden den sichersten Ausgang auswählten. Insgesamt waren sich die Probanden sicher in ihrer Auswahl, da die Gewissheit mit $M = 6.5$, $SD = 2.2$; $Mdn = 7$ erfasst wurde. Ein reines Schätzen der Gewissheit bezüglich der Auswahl der sichersten Ausgänge kann somit ausgeschlossen werden. Einige wenige Probanden der Teilstichprobe US gaben ihre Gewissheit für alle Kartenausschnitte mit den Werten 1 = gar nicht sicher (Pb 438; Pb 462) und 10 = sehr sicher (Pb 466) an. Dies erklärt die vergleichsweise hohen Häufigkeiten der Gewissheit von 1 in Abbildung 25. Aufgrund der geringen Anzahl dieser Probanden und da nicht eindeutig geklärt werden konnte, aus welchen Gründen sie sich tatsächlich sehr unsicher bzw. sehr sicher gewesen waren, wurden die Daten in die Auswertung dennoch einbezogen.

Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den persönlichen Einschätzungen der Gewissheit, mit der ein Ausgang gewählt wurde, und den betrachteten Farben wurden die Einschätzungen der zehnstufigen Skala in drei Bereiche unterteilt. *Niedrige Gewissheit* für die Einschätzungen von 1 bis 3 wurden *am seltensten* ausgewählt (10 %), *mittlere Gewissheit* für die Einschätzungen von 4 bis 7 *am häufigsten* (53 %) und *hohe Gewissheit* für die Einschätzungen von 8 bis 10 *mittelhäufig* (37 %). Es lag ein signifikanter Zusammenhang zwischen den drei Bereichen und den Farben vor. Die Probanden der Teilstichprobe US schätzen ihre Auswahl am häufigsten für die grün eingefärbten Ausgänge mit dem höchsten Bereich der Gewissheit ein (46 %), gefolgt von der Farbe Blau (41 %). Der Bereich der mittleren Sicherheit wurde, außer bei der Farbe Grün, am häufigsten für alle Farben ausgewählt. Damit zeigte sich, dass die Probanden sich in ihrer Auswahl des sicheren Ausgangs sicherer waren, wenn der Ausgang eine Farbe (Grün, Blau) hatte, die eher mit einer Farbsymbolik von Sicherheit assoziiert wird.

Sollen auf Kartenausschnitte sichere bzw. gefährliche Bereiche gekennzeichnet werden, ist zu beachten, dass die Farbe nicht immer intuitiv verstanden wird bzw. die Farbe für ungeübte Nutzer als Information allein nicht ausreicht. Dies zeigt sich in den Auswahlstrategien *Farbe* und *Position des Ausgangs (Position schlägt Farbe)*.Für die Anwendung bedeutet dies, dass bei ungeübten Nutzern nicht immer alle in der Methode Kartenausschnitte be-

trachteten Farben verwendet werden sollten. Die Nutzung der Farben Grün und Rot zur Unterscheidung der sicheren von unsicheren Ausgängen kann in diesen Fällen ausreichend sein. Sollen jedoch differenziertere Angaben über mögliche Gefährdungen, z. B. durch die Farbe Orange oder Lila, gemacht werden, muss die Bedeutung der Farben durch Training oder mithilfe einer Legende vermittelt werden.

10.6.3 Diskussion KA Forschungsfrage 3: Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Teilstichproben DE, KR, RU und US

Für die Überprüfung der Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Teilstichproben sollte eine vergleichende Betrachtung der Farben ermöglicht werden. Die vergleichende Betrachtung der vier Ampelfarben bestätigt die Ampelanalogie über alle Teilstichproben hinweg. Dennoch war in allen Teilstichproben die Abstufung der Farben Gelb und Orange nicht eindeutig, sodass nur eine der beiden Farben zur Kennzeichnung von einer mittleren Gefahr verwendet werden sollte.

Die normierten Werte bei den Farben Blau, Weiß und Lila wiesen in den Teilstichproben DE, KR, RU und US eine sehr ähnliche Tendenz auf. Ausgänge in der Farbe Weiß wurden mittelhäufig als sicherster Ausgang ausgewählt. Die Farbe Lila kann zwischen den Teilstichproben als Farbe mit der größten Ambiguität aufgefasst werden: In den Teilstichproben DE und US wurde diese Farbe eher mittelhäufig mit dem sichersten Ausgang assoziiert, in den Teilstichproben KR und RU wurde sie ähnlich selten wie die Farbe Rot mit dem sichersten Ausgang in Verbindung gebracht. Die Farbe Blau konkurrierte mit der Farbe Grün um die Wahl als Farbe des sichersten Ausgangs, obwohl die beiden Farben auf keinem Kartenausschnitt gemeinsam vertreten waren.

Der Vergleich der Auswahlstrategien zeigt, dass alle Teilstichproben die *Auswahlstrategien Farbe* und *Tendenz zur Mitte* als Auswahlkriterien für den sichersten Ausgang nutzten. Die Teilstichproben KR und US orientierten sich zusätzlich mit einer Tendenz nach außen an die am Rand der Kartenausschnitte liegenden Ausgänge. In den Teilstichproben DE, KR und RU spielte die Auswahlstrategie Position eine relevantere Rolle, zusammengefasst wurde dies mit dem Ausdruck *Position schlägt Farbe*. In den Teilstichproben DE, RU und US summierten sich die Auswahlstrategien. Dies zeigte sich bei Kartenausschnitt 8, bei dem die Farbe Blau besonders häufig ausgewählt wurde. Die Auswahlstrategien *Tendenz zur Mitte* und *Tendenz nach außen* lassen sich durch das *Gestaltgesetz der Erfahrung* erklären (Katz, 1969; vgl. Kapitel 3.2.4). In allen Teilstichproben fragten Probanden nach den aktuellen Aufenthaltsorten der Fahrgäste auf dem U-Bahnsteig. Daraus kann geschlossen werden,

dass für eine *gute* Auswahl des sichersten Ausgangs weitere Informationen benötigt werden und die reine Farbkodierung der Gefährdung nicht ausreicht. Der Vergleich der Verteilungen der Gewissheit, mit der der sicherste Ausgang ausgewählt wurde, durch die Boxplots zeigte ebenfalls ein homogenes Bild, insbesondere für die Teilstichproben DE, KR und US. Die Teilstichprobe RU war sich insgesamt etwas sicherer in der Auswahl des sichersten Ausgangs als die anderen Teilstichproben.

10.6.4 Diskussion der Gestaltung der Kartenausschnitte – Benennung der Ausgänge und der Ausgangslagen

Die genutzten Kartenausschnitte wurden zum Zeitpunkt der Untersuchung in einer Betriebsleitstelle eines deutschen U-Bahnverkehrsbetriebs verwendet. Für die vorliegende Untersuchung wurden die Kartenausschnitte stark vereinfacht. Farblich wurden sie so eingefärbt, dass nur noch die Farben Grau und Schwarz auf grauem Hintergrund vorhanden waren. In einem weiteren Schritt wurden die Ausgänge anhand der Ausgangslagen 1 und 2 eingefärbt. Da jedoch die Farbe Weiß zur Einfärbung von Ausgängen genutzt wurde, konnte sie nicht als Hintergrundfarbe verwendet werden. Der graue Hintergrund kann aufgrund eines Simultankontrastes die Wahrnehmung der Farbtöne beeinflusst haben. Für die Einfärbung der Ausgänge auf den Kartenausschnitten wurde die Transparenz der RAL-Farben auf zehn Prozent eingestellt, um die Strukturen der Ausgänge sichtbar zu lassen. Die Veränderung der Transparenz führt dazu, dass die verwendeten Farben heller erschienen und die Sättigung nicht mehr so stark wie bei den tatsächlichen Farben war. Dennoch wurde durch die Transparenz von nur zehn Prozent der Farbe-an-sich-Kontrast beibehalten).

Da die genutzten Kartenausschnitte auf tatsächlichen Darstellungen aus einer Betriebsleitstelle beruhten, wurde die Anordnung der Ausgänge nicht verändert. Die vertikale Ausrichtung von Ausgang I/3 sowie die Position der Ausgänge 1/A und 6/Z kann in den Auswertungsstrategien der Probanden eine zusätzliche Rolle gespielt haben. Die genauen Wechselwirkungen konnten in der Methode Kartenausschnitte nicht bestimmt werden.

Für die Gestaltung der Kartenausschnitte bzw. die Benennung der Ausgänge A/1, E/2, I/3, O/4, U/5 und Z/6 wurden für die Teilstichproben DE und RU Buchstaben genutzt. In der Teilstichprobe DE wurden die Vokale A, E, I, O, U und der Konsonant Z, in der Teilstichprobe RU die kyrillischen Buchstaben А, Е, *И*, О, *У* und М genutzt. In den Teilstichproben KR und US wurden die Ausgänge mit den Ziffern von 1 bis 6 benannt, da diese Art der Benennung in den U-Bahnsystemen dieser Länder eher verwendet wird als die Benennung mit Buchstaben. In der koreanischen Sprache werden den Ziffern bzw. Nummern noch sogenannte Zähllein-

heitswörter hinzugefügt, z. B. 2 번. So lautet beispielsweise die wörtliche Übersetzung von 2 번 출구 Ausgang Nummer 2. Die Benennungen wurden ausgewählt, um eine eindeutige lautliche Unterscheidung zu ermöglichen. Außerdem waren in den U-Bahnsystemen der Teilstichproben die jeweils gewählten Benennungen der Ausgänge in U-Bahnhöfen üblicher, wodurch ein besserer Anwendungsbezug hergestellt werden sollte. 44 Prozent der Probanden gaben an, die U-Bahn nie zu nutzen. Insbesondere in der Teilstichprobe US nutzten die U-Bahn nie (36 Prozent). Die Benennung der Ausgänge hätte daher für die Teilstichprobe US analog zur ursprünglichen Benennung mit Buchstaben erfolgen können.

Die Ausgangslagen 1 und 2 waren die Grundlage für die farbliche Gestaltung der Ausgänge und sollten möglichst realistische Ausbreitungsszenarien von Gefahrstoffen widerspiegeln. Basierend auf den beiden Ausgangslagen wurden auf jedem Kartenausschnitt drei verschiedene Farben verwendet. Dies führte dazu, dass auf den Kartenausschnitten verschiedene Ausgänge mit der derselben Farbe eingefärbt wurden und dass nicht alle Farben auf jedem Kartenausschnitt vorhanden waren. Eine Gleichverteilung der Farben auf den Kartenausschnitten konnte daher nicht erreicht werden. Aus diesem Grund wurde eine Normierung für jede einzelne Farbe vorgenommen; dies erfolgte anhand der Anzahl der Kartenausschnitte, auf denen die Farbe vorhanden war. So konnte festgestellt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Farbe auf allen Kartenausschnitten, auf denen sie vorhanden war, von den Probanden ausgewählt wurde. Neben dieser Normierung wäre eine weitere Normierung möglich gewesen. Da insgesamt jede Farbe elf- bzw. bei der Farbe Orange zwölfmal über alle Kartenausschnitte hinweg verwendet wurde, hätte auch eine Normierung anhand der Anzahl der mit einer Farbe eingefärbten Ausgänge genutzt werden können. Die Normierung anhand der Anzahl der Kartenausschnitte wurde aus folgendem Grund gewählt: Es wurde davon ausgegangen, dass je häufiger Ausgänge mit einer Farbe auf verschiedenen Kartenausschnitten genutzt wurden, dies umso mehr Einfluss auf die Auswahl hatte, da diese Ausgänge den Probanden damit häufiger als Auswahl über die verschiedenen Kartenausschnitte hinweg zur Verfügung standen. Zudem zeigte sich in der Auswertung, dass dieselbe Farbe auf einem Kartenausschnitt (verwendet für verschiedene Ausgänge) weniger mit sich selbst konkurrierte als mit der Position des Ausgangs.

11. „Alles im grünen Bereich!“ – Freie Assoziationen zur Kategorisierung von Farben im Kontext von Gefahr

11.1 Zusammenfassung Freie Assoziation

In der *Freien Assoziation* (FA) wurden die Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Form von farbigen Rechtecken nacheinander auf einem Bildschirm präsentiert. Die Probanden hatten die Aufgabe, zu den Farben *freie Assoziationen* im *Kontext von Gefahr* zu äußern.

Die Assoziationen der Probanden zu den präsentierten Farben lassen sich im Kontext von Gefahr durch *acht inhaltliche Kategorie*n (K) beschreiben. Die Probanden assoziierten mit den verwendeten Farben verschiedene Abstufungen von Gefahr, d. h. *höchste Gefahr, mittlere Gefahr, geringe Gefahr* und *keine Gefahr (K1 bis K4)*. Des Weiteren assoziierten die Probanden mit den Farben *Warnungen (K5)* im weitesten Sinne und *Hilfsorganisationen (K8)*. Einige Farben riefen *Neutralität* bzw. *keine Assoziationen mit dem Kontext Gefahr (K6)* hervor. Trotz des vorgegebenen Kontexts von Gefahr wurden Assoziationen genannt, die als *außerhalb des Kontexts von Gefahr (K7)* eingestuft werden müssen, z. B. negative oder positive Emotionen. Die Überprüfung des Kategoriensystems durch die Bestimmung der Intercoder-Reliabilität zwischen zwei Beurteilerinnen wurde mit K-alpha = .82 bestimmt und das Kategoriensystem kann als hochreliable eingestuft werden.

Die Ampelanalogie wird für die Farben Rot, Orange, Gelb und Grün durch eine *Conversion Mixed-Data Analysis* bestätigt, d. h. durch eine qualitative und quantitative Auswertungsstrategie. Die Farbe Rot wird mit *(höchster) Gefahr* assoziiert, die Farbe *Grün* mit *keiner Gefahr* bzw. *Sicherheit*. Die Ergebnisse für die Farbe Rot sind am eindeutigsten. Die Farbe *Orange* wird mit *höchster, mittlerer* wie mit *geringer Gefahr* assoziiert. Zudem steht sie mit Warnungen und Hilfsorganisationen in Zusammenhang. Die Farbe *Gelb* wird mit *Gefahr* und *niedriger Gefahr* assoziiert und als Farbe für die *Gestaltung von Warnungen* verstanden. Weiterhin können die Farben Orange und Gelb voneinander abgestuft werden, da *Orange* als *gefährlicher* eingestuft wird *als Gelb*. Die *Farbe Blau* ruft im Kontext von Gefahr *mehrdeutige Assoziationen* hervor, unter anderem solche außerhalb des Kontexts von Gefahr sowie Vorstellungen zu Hilfsorganisationen, Neutralität, aber auch hinsichtlich sicher sowie geringfügige Gefahr. Die Farbe *Lila* ruft im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben *mehrdeutige Assoziationen* hervor, die sich jedoch in ihrer Tendenz unterscheiden, z. B. geringe Gefahr, keine Gefahr sowie Neutralität und Assoziationen außerhalb des Kontexts. Die Farbe *Weiß* wird im Kontext von Gefahr am ehesten mit *keiner Gefahr, Neutralität* oder *Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr* verbunden. Alle Farben rufen verhältnismäßig

viele Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr hervor. Verschiedene mentale Modelle konkurrieren bei der visuellen Präsentation der betrachteten Farben und treten trotz der Vorgabe des Kontexts von Gefahr hervor, z. B. Assoziationen zur Farbsymbolik.

Sowohl für die gesamten inhaltlichen *Kategorien K1 bis K8* als auch für die Ampel-Kategorien *Kategorien K1: höchste Gefahr bis K4: keine Gefahr* ergibt sich dieselbe Abstufung der betrachteten Farben (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

Bei der Betrachtung der *Teilstichproben DE, KR, RU* und *US* zeigten sich nur Unterschiede zwischen der Teilstichprobe RU und den anderen Teilstichproben in den Gefahrenabstufungen der Farben über die Auswertungskategorien *K1 bis K8* hinweg (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

- Teilstichprobe DE: *Rot – Orange – Gelb– Lila – Blau – Weiß – Grün*
- Teilstichprobe KR: *Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün*
- Teilstichprobe RU: *Rot – Orange – Gelb – Weiß (neutrale Mitte) – Lila /Blau – Grün*
- Teilstichprobe US: *Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün*

Bei den Kodierungen und der Betrachtung der Häufigkeiten zeigte sich für die Teilstichprobe RU eine Besonderheit. Insgesamt wurden 425 aller Assoziationen (rund 55 Prozent) in die Kategorie K7 (Assoziationen außerhalb des Kontexts) kodiert. Die betrachteten Farben riefen demnach bei den Probanden der Teilstichprobe RU eher weniger starke mentale Modelle in Bezug auf den Kontext von Gefahr hervor als bei den anderen Teilstichproben.

In der vergleichenden Untersuchung der *Teilstichproben DE, KR, RU und US* unter Einbeziehung der Ampel-Kategorien wurden folgende *Ähnlichkeiten* und *Unterschiede* gefunden:

Grundsätzlich wird in Bezug auf Assoziationen im Kontext von Gefahr über alle Teilstichproben hinweg die Ampelanalogie als bestätigt betrachtet. Die Farbe *Rot* wurde im Kontext von Gefahr *in allen Teilstichproben* mit *höchster Gefahr* bzw. *Gefahr* assoziiert. Die Farbe *Orange* wurde im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben mit *(mittlerer, geringer) Gefahr* assoziiert. Außerdem wird die Farbe Orange mit Warnungen und Hilfsorganisationen (DE, RU) in Zusammenhang gebracht. Die Farbe *Gelb* wurde im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben mit *Gefahr und niedriger Gefahr* assoziiert sowie als Farbe für die *Gestaltung von Warnungen* betrachtet. Die Farben Orange und Gelb können daher über alle Teilstichproben hinweg im Sinne einer Gefahrenabstufung betrachtet werden. Die Farbe *Grün* wurde in allen Teilstichproben am ehesten mit *keiner Gefahr* bzw. Sicherheit assoziiert. Die Farbe *Lila* rief in allen Teilstichproben *mehrdeutige Assoziationen* hervor, die sich jedoch in ihrer Tendenz unterschieden, unter anderem geringe Gefahr, keine Gefahr, neutral und Assoziationen außerhalb des Kontexts. Die Farbe *Blau* erzeugte im Kontext von Gefahr in allen

Teilstichproben *mehrdeutige Assoziationen*, unter anderem: außerhalb des Kontexts von Gefahr, Hilfsorganisationen, neutral und geringfügig gefährlich, aber auch keine Gefahr. Die Farbe *Weiß* wird im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben eher mit *keiner Gefahr* oder Neutralität assoziiert.

11.2 Einführung zur Methode Freie Assoziation

Der Begriff Assoziation lässt sich bereits in Aristoteles Werken (ca. 350 v. Chr.) finden. Aristoteles wird auch als erster Assoziationist bezeichnet, weil er in Bezug auf die Verknüpfung von Gedanken drei grundlegende Assoziationsprinzipien formulierte: Kontiguität, Ähnlichkeit und Kontrast (Mazur, 2004). Das Prinzip der Kontiguität beschreibt: „je näher sich zwei Gegenstände in Zeit und Raum sind, desto wahrscheinlicher ist es, dass der Gedanke an den einen Gegenstand zum Gedanken an den anderen Gegenstand führt" (zitiert nach Mazur, 2004, S. 38). Das Prinzip der Ähnlichkeit drückt aus, dass „der Gedanke an eine Sache oft zu einem Gedanken an eine ähnliche Sache führt" (zitiert nach Mazur, 2004, S. 39). Das Prinzip des Kontrasts hingegen beschreibt, „dass der Gedanke an einen Gegenstand oft den Gedanken an sein Gegenteil auslöst" (zitiert nach Mazur, 2004, S. 39).

Der Begriff Assoziation ist in vielen Bereichen der Psychologie bis heute verbreitet. Der Begriff der Freien Assoziierung wurde in der Psychologie erstmals von Freud und Breuer explizit in den Studien zu Hysterie (1895) angeführt (Hölzer & Kächele, 2010). Ziel der klassischen Auffassung der Freien Assoziation war es, abgewehrte und unbewusste Konflikte zu rekonstruieren und Abwehrprozesse selbst zu erfassen. Nach Hölzer und Kächele (2010) hat sich bezüglich der praktischen Durchführung der Freien Assoziation in der klassischen Psychoanalyse bis heute wenig geändert, auch wenn es nicht mehr nur um Konflikte und Abwehrprozesse geht. In der Forschung zu Farben werden Assoziationen genutzt um z. B. emotionale Konnotationen (Clarke & Costall, 2008), die Vermittlung von Risiken (Griffith und Leonard, 1997) oder mentale Modelle zu den Basic Color Terms (Dmitrieva, 2010; vgl. Abschnitt 5.1) zu untersuchen.

In der vorliegenden Untersuchung wird die Methode der sogenannten *freien fortgesetzten (continued) Assoziation* genutzt[17]. Nach Piekara (1988) „[…] werden Versuchspersonen [bei der freien fortgesetzten Assoziation] aufgefordert, nur Wörter zu nennen, die ihnen durch den vorgegebenen Ausgangsbegriff (Reiz) in den Sinn kommen würden" (S. 79). Als Reize werden die betrachteten Farben optisch präsentiert und die Instruktion auf den Kontext Gefahr bezogen. In der Auswertung werden vor allem die Assoziationsprinzipien Konti-

[17] Zur Vereinfachung der Schreibweise wird im Folgenden jedoch nur der Begriff Freie Assoziation, kurz FA, verwendet.

guität und Ähnlichkeit genutzt, um Bezüge zur Ampelanalogie sowie Farbsymbolik, mentale Modelle und Besonderheiten der Teilstichproben zu erforschen.

11.3 Forschungsfragen Freie Assoziation

Da für die vorliegende Untersuchung der Freien Assoziation (FA) Hypothesen im engeren Sinne des experimentellen Paradigmas nur eingeschränkt aufgestellt werden können, lassen sich dennoch Forschungsfragen formulieren. Die FA Forschungsfragen 1 bis 3 untersuchten die erfassten Assoziationen zu den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Ampelanalogie.

FA Forschungsfrage 1

Was assoziieren Probanden mit den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange im Kontext von Gefahr?

FA Forschungsfrage 2

Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange und den gebildeten Auswertungskategorien K1 bis K8, der auf eine Bestätigung der Ampelanalogie hinweist?

FA Forschungsfrage 3

Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange und den deduktiv gebildeten Ampel-Kategorien K1 bis K4, der auf eine Bestätigung der Ampelanalogie hinweist?

Für die FA Forschungsfragen 4a und 4b wurden die Daten anhand der Teilstichproben DE, KR, RU und US getrennt betrachtet. Dazu wurden zwei Forschungsfragen formuliert:

FA Forschungsfrage 4a:

Was assoziieren die Probanden der jeweiligen Teilstichprobe mit den betrachteten Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange im Kontext von Gefahr?

FA Forschungsfrage 4b:

Gibt es innerhalb einer Teilstichprobe einen Zusammenhang zwischen den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange und den gebildeten Auswertungskategorien K1 bis K8, der auf eine Bestätigung der Ampelanalogie hinweist?

In FA Forschungsfrage 5 wurde ein Vergleich der Teilstichproben DE, KR, RU und US angestrebt:

FA Forschungsfrage 5:
Welche Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede zeigen sich zwischen den Teilstichproben in Bezug auf die Assoziationen zu den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange und den Ampel-Kategorien K1 bis K4?

11.4 Die Methode der Freien Assoziation

11.4.1 Stichprobe

Die Stichprobe der FA setzt sich aus deutschen, koreanischen, russischen und US-amerikanischen Probanden zusammen. Eine detaillierte Beschreibung der Stichprobe bzw. der Teilstichproben sowie der Versuchsleiter befindet sich in Abschnitt 9.7. Ein weiterer Proband der Teilstichprobe US (Pb 420) wurde für die Datenauswertung Freie Assoziation aufgrund von unvollständigen Daten ausgeschlossen.

11.4.2 Material und Ablauf

Die Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange, in Form von farbigen Rechtecken, stellten in der Freien Assoziation das visuelle Reizmaterial dar. Die Instruktion und das Reizmaterial wurden auf einem 15-Zoll-Bildschirm präsentiert, Eingaben machten die Probanden über eine handelsübliche Tastatur. Neben dem farbigen Reizmaterial wurde ein hellgrauer Hintergrund verwendet, um die Sichtbarkeit der Farbe Weiß zu gewährleisten. In den Abschnitten 9.5 und 9.6 werden die betrachteten Farben sowie die verwendete Technik beschrieben. Abbildung 30 zeigt ein Beispiel für die Farbe Blau mit deutscher Instruktion (Das vollständige Reizmaterial der FA in deutscher Sprache befindet sich in Anhang C - 3). Den Probanden wurde zunächst die folgende Instruktion in ihrer jeweiligen Sprache, d. h. auf Deutsch, Koreanisch, Russisch oder Englisch, präsentiert (Übersetzungen der Instruktionen befinden sich auf der beigefügten DVD in Anhang C - 3):

Nennen Sie bitte mündlich,
was Sie mit der dargestellten Farbe im Kontext Gefahr assoziieren.

Nach der Instruktion wurden die Farben einzeln in einer randomisierten Reihenfolge präsentiert, immer begleitet von der verkürzten Instruktion: *Was assoziieren Sie im Kontext Gefahrenbereich mit dieser Farbe?* Die Probanden hatten also die Aufgabe, mündlich ihre

Assoziationen zu den Farben im Kontext von Gefahr zu äußern. Sie konnten die Betrachtungszeit selbst bestimmen und die nächste Farbe durch selbstständiges Drücken der Leertaste aufrufen. Mehrfachantworten, d. h. das Nennen mehrerer Assoziationen zu einer Farbe, waren möglich. Alle Assoziationen und Kommentare wurden durch die Versuchsleiter handschriftlich auf Seite 2 des Versuchsleiterbogens erfasst (vgl. Anhang A - 4). Um die Erfassung aller Assoziationen sicherzustellen, wurde die Freie Assoziation zusätzlich mit Hilfe eines digitalen Aufnahmegeräts aufgezeichnet.

Abbildung 30. Beispiel des Reizmaterials der Farbe Blau mit der verkürzten Instruktion aus der Freien Assoziation.

11.4.3 Datenaufbereitung und Auswertungsstrategie

Obwohl die Datenerfassung der Freien Assoziation durch eine qualitative Methode erfolgte, wurde für die weitere Datenauswertung eine sogenannte *Mixed-Data*-Auswertungsstrategie verfolgt (Johnson, Onwuegbuzie & Turner, 2007; Tashakkori & Teddlie, 2009). Abbildung 31 zeigt die Auswertungsstrategie im Überblick. In der Auswertung werden vor allem die Assoziationsprinzipien Kontiguität und Ähnlichkeit in Bezug auf die betrachteten Farben angewendet, um Bezüge zur Ampelanalogie sowie Farbsymbolik, mentale Modelle und Besonderheiten der Teilstichproben zu erforschen.

Zu Beginn der Auswertung wurden die Assoziationen[18] der Probanden transkribiert und anhand der digitalen Aufnahmen auf Vollständigkeit geprüft. Die *Assoziationen der Teilstichprobe KR* wurden für die Auswertung ins Deutsche übersetzt, die *Assoziationen der Teilstichprobe RU in amerikanisches Englisch*. Durch die Übersetzungen wurde eine mehrfache Durchsicht der Assoziationen im Sinne der Entwicklung der Kodierleitfäden gewährleis-

[18] Die vollständigen Datensätze der Assoziationen befinden sich nicht im Anhang dieser Arbeit, werden aber auf Anfrage von der Verfasserin dieser Arbeit zur Verfügung gestellt. Dem Erst- und Zweitgutachter werden die Daten auf einer DVD zur Verfügung gestellt.

tet. Zudem wurden die Assoziationen bzw. Übersetzungen mit den Versuchsleitern KR, RU und US ausführlich diskutiert.

Für FA Forschungsfrage 1 wurden eine strukturierende qualitative Inhaltsanalyse durchgeführt (Flick, 2007; Mayring, 2002) und ein Kategoriensystem anhand eines inhaltsanalytischen Ablaufmodells nach Mayring (2002) sowie Saldãna (2013) entwickelt. Zunächst wurden dafür die Assoziationen der deutschen Teilstichprobe genutzt und dann die Assoziationen der anderen Teilstichproben in die Auswertung aufgenommen. In der Auswertung wurden bei der Überarbeitung der Definitionen und Kodierregeln letztendlich zwei identische Kodierleitfäden entwickelt, einer in deutscher Sprache und einer in amerikanischem Englisch. Die vollständigen Kodierleitfäden befinden sich in Anhang C - 4. Die festgelegten Kategorien K1 bis K8 wurden bereits als beschreibendes Element bzw. als Konnotation der genannten Assoziationen betrachtet (Bazeley, 2009; Feldman, 1995) und gaben Hinweise auf Farbsymbolik und mentale Modelle in Bezug auf die betrachteten Farben im Kontext von Gefahr. Zur Überprüfung der Reliabilität der Kodierleitfäden wurde die Intercoder-Reliabiliät zu den kodierten Assoziationen bestimmt.

Für die FA Forschungsfragen 2, 3 sowie 4a, 4b und 5 werden die zugeordneten Assoziationen durch eine sogenannte *Conversion Mixed-Data Analysis* (Onwuegbuzie & Johnson, 2006; Tashakkori & Teddlie, 2009) ausgewertet. Dieser Zugang der Datenauswertung erlaubte neben einer vergleichenden Betrachtung der qualitativen Daten der Freien Assoziation auch die Umwandlung der qualitativen Daten in quantitative Daten, d. h. in diesem Fall die Berechnung von Häufigkeiten. Für die FA Forschungsfragen 2, 3, 4a und 4b sowie 5 wurden für jede Farbe die absoluten Häufigkeiten der Kodierung der Assoziationen in die Kategorien K0 bis K8 berechnet. Die berechneten Häufigkeiten gaben darüber Auskunft, wie stark die gefundenen Merkmale im Kategoriensystem ausgeprägt waren und wurden deskriptiv ausgewertet (Bortz & Döring, 2006). Für die FA Forschungsfragen 4a und 4b wurden diese Häufigkeiten nach den Teilstichproben DE, KR, RU und US getrennt ausgewertet. Des Weiteren wurden für die quantitativen Auswertungen der FA Forschungsfragen 2, 3 sowie 5 normierte Intensitätsgrößen, sogenannte *Trefferindices TIF* bestimmt (z.B. Onwuegbuzie & Teddlie, 2002) und weiterführende nicht-parametrische Auswertungsmethoden verwendet, z. B. der Friedman-Test und die Konkordanzanalyse nach Kendall.

Des Weiteren wird die Freie Assoziation in der Diskussion anhand der von Mayring (2002) vorgeschlagenen sechs Gütekriterein qualitativer Forschung diskutiert: Verfahrendokumentation, argumentative Interpretationsabsicherung, Regelgeleitetheit, Nähe zum Forschungsgegenstand, qualitative Validierung und Triangulation.

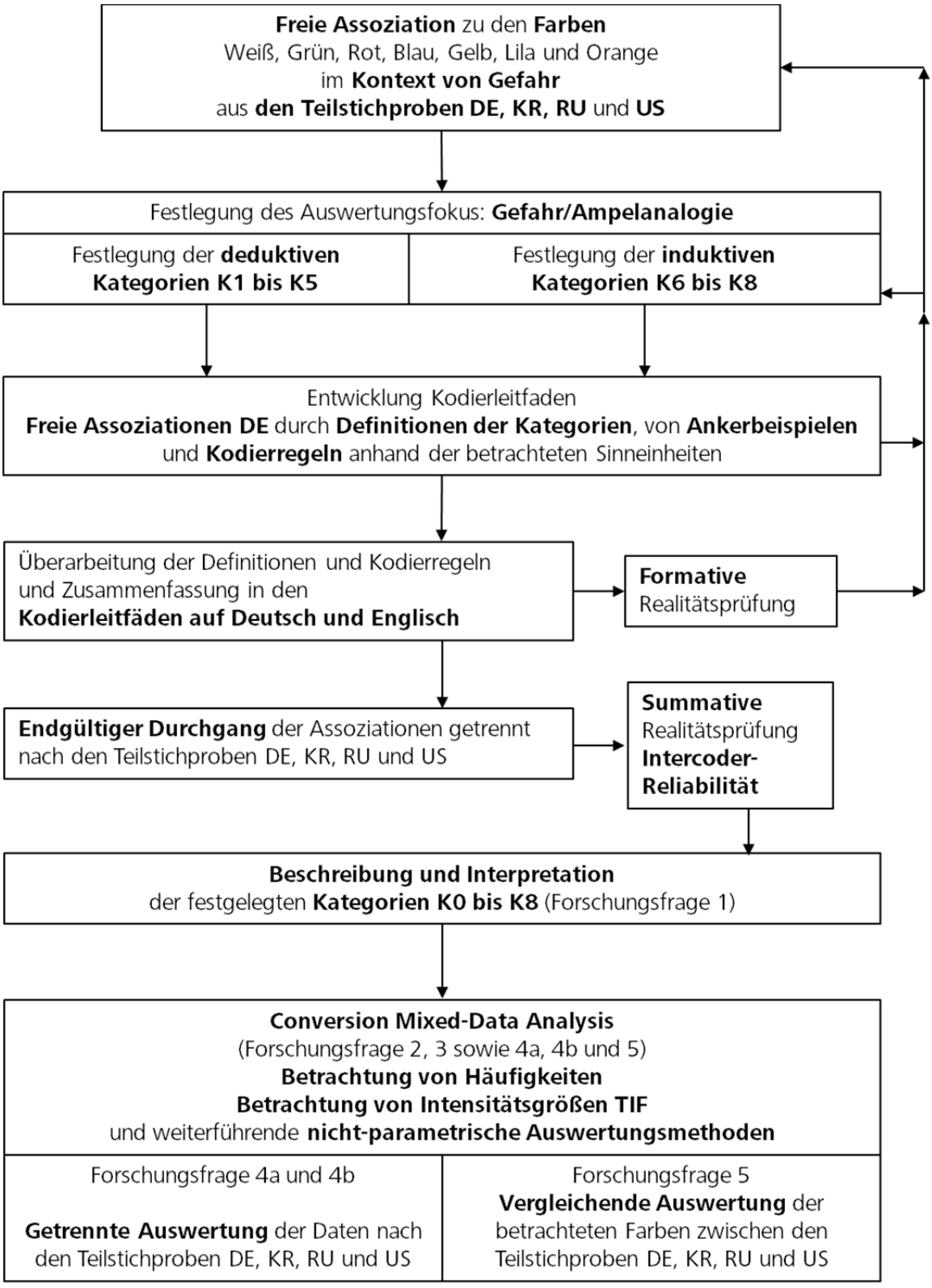


Abbildung 31. Überblick der Conversion Mixed-Data-Auswertungsstrategie der Freien Assoziation (erweitertes und modifiziertes inhaltanalytisches Ablaufmodell nach Mayring, 2002).

11.5 Ergebnisse Freie Assoziation

Es wurden insgesamt 2.487 Assoziationen erfasst. Jeder der 203 Probanden nannte durchschnittlich rund zwölf Assoziationen zu den präsentierten Farben. Zu den Farben Rot (387)[19], Grün (369) und Gelb (367) wurden die meisten Angaben genannt.

11.5.1 Ergebnisse FA Forschungsfrage 1: Assoziationen zu Farben im Kontext von Gefahr

In FA Forschungsfrage 1 wurden die Assoziationen der Probanden zu den betrachteten Farben im Kontext von Gefahr anhand einer strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse kategorisiert.

FA Forschungsfrage 1:
Was assoziieren Probanden mit den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange im Kontext von Gefahr?

Die Assoziationen der Probanden zu den betrachteten Farben lassen sich im Kontext von Gefahr insgesamt durch neun Kategorien bzw. Themenbereiche beschreiben. Es wurden sowohl fünf deduktive Kategorien anhand der Ampelanalogie (K0 bis K4) und vier induktive Kategorien (K5 bis K8) gebildet. Tabelle 15 zeigt eine Übersicht der neun Kategorien K0 bis K8 und die für die Auswertung festgelegten Definitionen der Kategorien. Der vollständige Kodierleitfaden befindet sich in Anhang C – 4. Diese Kategorien wurden bereits als beschreibendes Element der Assoziationen bzw. als Konnotationen zu den Farben im Kontext von Gefahr betrachtet und zur Beantwortung von FA Forschungsfrage 1 genutzt (Bazeley, 2009; Feldman, 1995). Im Folgenden werden die für die Auswertung entwickelten Kategorien vorgestellt.

[19] Zur Verdeutlichung werden im Folgenden die absoluten Häufigkeiten und die gerundeten relativen Häufigkeiten in Prozent in runden Klammern *( )* wiedergegeben.

Tabelle 15

Neun deduktiv und vier induktiv gebildete Kategorien K0 bis K8 für die Auswertung der Freien Assoziationen und zugehörige Definitionen

	Kategorie	Definition
Deduktiv	K0	Keine Angaben
	K1: Höchste Gefahr	Subjektive Gewissheit, dass die Farbe die höchste Gefahrenstufe darstellt und eine unmittelbare Handlung erfordert
	K2: Vorhandene/mittlere Gefahr	Farbe stellt eine mögliche Gefahr bzw. einen Gefahrenbereich dar.
	K3: Niedrige Gefahr	Farbe stellt einen niedrigen Gefahrenbereich dar.
	K4: Keine Gefahr/Sicherheit	Farbe stellt keine Gefahr, d. h. Sicherheit bzw. einen sicheren Bereich dar.
Induktiv	K5: Assoziation Warnung/Kennzeichnung	Farbe führt zu einer Assoziation, die auf eine Warnung/Kennzeichnung hinweist.
	K6: Keine Assoziation/Neutral	Farbe führt in Bezug auf den Kontext Gefahr zu keiner Assoziation.
	K7: Assoziationen außerhalb Kontext Gefahr	Farbe führt zu einer Assoziation, die nichts mit dem Kontext Gefahr zu tun hat.
	K8: Assoziationen Hilfsorganisation	Farbe führt zu Assoziationen im Kontext Blaulicht-Organisationen

Die *Kategorie K0* wurde deduktiv festgelegt, um die Fälle zu erfassen, in denen Probanden *gar keine Angaben* zu einer Farbe machten, d. h. schwiegen. K0 wurde also zur Kontrolle eingesetzt, um die Fälle zu erfassen, in denen Probanden die Angabe von Assoziationen verweigerten. Es zeigte sich jedoch, dass die Kategorie K0 nie kodiert werden musste. Alle Probanden gaben Assoziationen zu den präsentierten Farben an. Aufgrund dieser *Null-Besetzung* wurde die Kategorie K0 in die Forschungsfragen der Freien Assoziation nicht weiter einbezogen, sie wird jedoch der Vollständigkeit halber in den entsprechenden Tabellen aufgeführt.

Die Kategorien K1 bis K4 sollten inhaltlich verschiedene Gefahrenstufen abbilden und wurden in Anlehnung an die Ampelanalogie deduktiv gebildet (vgl. Abschnitt 8). Diese Kategorien werden daher in der vorliegenden Arbeit als *Ampel-Kategorien* bezeichnet:

- *Kategorie K1* erfasste die *höchste Gefahrenstufe*. In diese Kategorie wurden vor allem Assoziationen kodiert, die Steigerungen bzw. Komparationen beschrieben, z. B. den Superlativ von Adjektiven, oder Assoziationen, die eine sehr hohe Gefahr ausdrückten, z. B. eine Assoziation zur Farbe Rot als „sehr gefährlich" (Pb 512) oder „lebensbedrohlich" (Pb 520).

- *Kategorie K2* erfasste eine *vorhandene* bzw. *mittlere Gefahr*. In diese Kategorie wurden Assoziationen kodiert, die eine vorhandene Gefahr für die Gesundheit oder das Leben aufzeigten, z. B. Assoziationen zur Farbe Orange als „Danger but not life-threatening" (Pb 308) oder „gefährlich" (Pb 539). Zur Abgrenzung von K1 sollten die Assoziationen in K2 jedoch keine weiteren Attribute im Sinne einer Steigerung beinhalten. Assoziationen, die einen Hinweis auf eine mittlere Gefahr gaben, wurden ebenfalls K2 zugeordnet, z. B. eine Assoziation zur Farbe Gelb als „mittlere fahr" (Pb 239).
- *Kategorie K3* erfasste Assoziationen zu *niedriger Gefahr*. In Kategorie K3 wurden vor allem Assoziationen kodiert, die Hinweise auf eine geringe Gefahr gaben und sich noch von der *Kategorie K4 Sicherheit* abgrenzten, z. B. Assoziationen zur Farbe Gelb als „bisschen gefährlich" (Pb 223).
- *Kategorie K4* umfasste Assoziationen, die *keine Gefahr* widerspiegelten; K4 erfasste demnach auch *Sicherheit*, z. B. Assoziationen zur Farbe Weiß als „nicht gefährlich" (Pb 230) oder „Sicherheit" (Pb 237). In die Kategorie K4 wurden ebenso Assoziationen kodiert, die sich auf einen sicheren Bereich bezogen, z. B. Assoziationen zur Farbe Grün aus der Farbsymbolik, die Sicherheit repräsentieren: „Alles im grünen reich" (Pb 516) oder „Way out" (Pb 335).

In der Auswertung zeigte sich, dass sich mehr als die Hälfte der Assoziationen (55 Prozent) erwartungsgemäß durch die Ampel-Kategorien K1 bis K4 kodieren ließen. In den wiederholten formativen Durchgängen der Kodierungen der Assoziationen in die Kategorien zeigte sich jedoch, dass die deduktiv gebildeten Ampel-Kategorien K1 bis K4 keine vollständige Kodierung der Assoziationen erlaubten. Aus diesem Grund wurden induktiv die Kategorien K5 bis K8 gebildet:

- Die *Kategorie K5: Assoziation Warnung/Kennzeichnung* erfasste Assoziationen die im weitesten Sinne mit Warnungen in Verbindung gebracht werden konnten, z. B. mit der Farbe Orange im Sinne von „Hinweis" (Pb 525). Assoziationen ohne weitere Erklärungen, die sich auf den Bereich *Straßenverkehr* bezogen, z. B. zur Farbe Grün als „Traffic light" (Pb 320), wurden ebenso in K5 kodiert wie Assoziationen mit den Zusatz *-schild*, z. B. Assoziationen zur Farbe Gelb („Hinweisschild"; Pb 226) oder zur Farbe Blau („Highway signs"; Pb 435).
- Die *Kategorie K6: Keine Assoziationen/neutrale Assoziationen* wurde gebildet, da Probanden explizit angaben, dass sie insbesondere mit der Farbe Weiß im Kontext von Gefahr nichts assoziierten, z. B. „nichts" (Pb 203) oder „gefühlsmäßig keine Assoziati-

on" (Pb 527). Auch Aussagen, die weder auf Gefahr noch auf Sicherheit hinwiesen, wurden in K6 kodiert, z. B. die Assoziation zur Farbe Lila als „neutral" (Pb 427). Die Kategorie K6 stand in eindeutigem Gegensatz zur Kategorie K0.

- Eine Vielzahl von Probanden nannte Assoziationen, die farbästhetischen oder anderen Kategorien der Farbsymbolik fern des Kontexts Gefahr zugeordnet werden mussten. Aus diesem Grund wurde die *Kategorie K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr* gebildet. Farbästhetische Assoziationen umfassten beispielsweise zur Farbe Lila als „favorite color" (Pb 416); „Joy" (Pb 320) oder „Ruhe" (Pb 544). In dieser Kategorie wurden ferner Assoziationen aus dem Bereich Natur kodiert, z. B. „Wasserentnahmestelle" (Pb 505) für die Farbe Blau oder „Sonne" (Pb 318) für die Farbe Gelb.
- Nach dem ersten Durchgang der Assoziationen der Teilstichprobe US wurde dem Kodierleitfaden für den endgültigen Durchgang eine weitere Kategorie *K8: Assoziationen Hilfsorganisationen* hinzugefügt. In K8 wurden Assoziationen mit dem Kontext Einsatzkräfte kodiert, z. B. Assoziationen zur Farbe Blau („Police"; Pb 460), zur Farbe Weiß („Hospital"; Pb 434) oder zur Farbe Rot („Ambulances"; Pb 422).

11.5.2 Exkurs: Intercoder-Reliabilität zwischen zwei Beurteilerinnen

Um die Gültigkeit der entwickelten Kodierleitfäden zu überprüfen, wurde die Intercoder-Reliabilität (IR) in die Auswertung einbezogen. Im Folgenden werden die Ergebnisse anhand der Empfehlungen für Berichte von IR nach Lombard, Snyder-Duch und Bracken (2002) dargestellt und anschließend diskutiert:

- Zwei Beurteilerinnen kodierten die erfassten Assoziationen anhand der entwickelten Kodierleitfäden. Die erste Beurteilerin war die Verfasserin selbst. Die zweite Beurteilerin war eine Bachelor-Psychologiestudentin. Die zweite Beurteilerin erhielt von der ersten Beurteilerin eine Einführung zur Methode Freie Assoziation sowie zur Anwendung der Kodierleitfäden.
- Alle erfassten Assoziationen wurden von beiden Beurteilerinnen anhand der entwickelten Kodierleitfäden (Anhang C - 4) den Kategorien K0 bis K8 zugeordnet. Entsprechend der Datenauswertung der FA wurden die Assoziationen nach den einzelnen Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange beibehalten, um eine detaillierte Betrachtung zu ermöglichen. Des Weiteren wurden die Kodierungen der Assoziationen getrennt nach den Teilstichproben DE, KR, RU und US betrachtet.
- Die Kodierungen erfolgten zunächst örtlich und zeitlich unabhängig voneinander. Im Verlauf der Kodierungen wurden jedoch einzelne Assoziationen bzw. deren Kodierungen von den Beurteilerinnen diskutiert.
- Für die Berechnung der IR existieren verschiedene Maße, z. B. Cohen's Kappa, Scott's Pi oder Krippendorff's Alpha (Janssen & Laatz, 2013). Für die Freie Assoziation wurde Krippendorff's Alpha (K-alpha) zur Berechnung der IR gewählt. K-alpha ist prinzipiell für die Berechnung der IR von zwei Beurteilern geeignet und hat sich als geeignetes Maß für Inhaltsanalysen mit Daten auf nominalem Skalenniveau bewährt (z. B. Hayes & Krippendorff, 2007; Krippendorff, 2004, 2013; Lombard et al., 2002).
- K-alpha wurde anhand der Statistiksoftware *ReCal* (Freelon, 2013) berechnet. Freelon (2010) gibt an, dass die mit dieser Software berechneten Ergebnisse als vielversprechend eingestuft werden könnten, unter anderem da die üblicherweise verwendeten Softwares, wie SPSS, SAS und STAT in Bezug auf die Berechnungen der IR für nominale Daten keine ausreichenden Möglichkeiten böten.

  Grundsätzlich gilt K-alpha als konservatives IR-Maß. Es besteht jedoch keine einheitliche Regel, ab welcher Höhe die IR als akzeptabel eingestuft werden kann (Lombard et al., 2002). Für die vorliegenden Berechnungen der IR wurde K-alpha$_{krit} \geq .67$ als akzeptables Kriterium angesetzt (Krippendorff, 2013).

- Zusätzlich zu K-alpha wurde der prozentuale Anteil der Übereinstimmungen der zwei Beurteilerinnen (Intercoder-Übereinstimmung; IU) berechnet.
- Es zeigte sich zudem, dass die Beurteilerinnen einige Assoziationen der Probanden als unterschiedliche Sinneinheiten betrachteten, z. B. assoziierte Pb 503 mit der Farbe Blau „Sicherheit, Gesundheit (Krankenwagen, Helfer), Wasser"; diese Assoziationen wurden von der einen Beurteilerin als drei, von der zweiten Beurteilerin als fünf Sinneinheiten eingestuft und entsprechend kodiert. Grundsätzlich sollten möglichst viele Kodierungen in die Berechnung der IR einbezogen werden. Die Statistiksoftware ReCal bzw. die Berechnung von K-alpha erlaubten jedoch nur Analysen für dieselbe Anzahl an betrachteten Sinneinheiten zwischen zwei Beurteilern. Aus diesem Grund wurden nur *Paare an Sinneinheiten* in die Berechnung einbezogen, denen beide Beurteilerinnen Kodierungen zugeordnet hatten. Die Anzahl der einbezogenen Paare der Sinneinheiten (nSE) zur Berechnungen der IR wird deshalb zusätzlich angegeben.
- In einem weiteren Schritt wurde für jede Teilstichprobe (DE, KR, RU und US) ein K-alpha berechnet, um einen Vergleich der Teilstichroben zu ermöglichen.
- In einem letzten Schritt wurde für eine Gesamtbeurteilung der IR ein K-alpha$_{gesamt}$ aus den gesamten Kodierungen berechnet.

Insgesamt liegt eine hohe IR der zwei Beurteilerinnen vor. Bei einem angenommenen Kriterium von K-alpha$_{krit} \geq .67$, zeigt sich dies sowohl in der Berechnung des K-alpha$_{gesamt}$ = .82 mit UI = 86 % und nSE = 2446 und in den K-alpha-Werten für jede Teilstichprobe (vgl. Tabelle 16). Die entwickelten Kodierleitfäden wurden somit als reliabel eingestuft. Die Ergebnistabellen der IR zu den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange getrennt nach den Teilstichproben DE, KR, RU und US sowie die iU und nSE befinden sich in Anhang C - 5.

Tabelle 16

Intercoder-Reliabilität (K-alpha), Intercoder-Übereinstimmung (IU) sowie Anzahl der einbezogenen Paare der Sinneinheiten (nSE) getrennt nach den Teilstichproben DE, KR, RU und US

Variable	K-alpha	IU	nSE
DE	.76	80 %	545
KR	.87	90 %	358
RU	.76	85 %	766
US	.86	89 %	777

Für die Auswertung der FA Forschungsfragen 2 und 3 wurden im Sinne der *Conversion Mixed-Data Analysis* zu jeder einzelnen Farbe die absoluten Häufigkeiten der zugeordneten Assoziationen in die Kategorien K0 bis K8 berechnet. Die berechneten Häufigkeiten gaben darüber Auskunft, wie stark gefundenen Merkmale im Kategoriensystem ausgeprägt waren (Bortz & Döring, 2006; Bortz, Lienert & Boehnke, 2008). Tabelle 17 zeigt die Verteilung der berechneten absoluten Häufigkeiten der Farben in Bezug auf die Kategorien K0 bis K8.

Tabelle 17

Überblick über die absoluten Häufigkeiten der zugeordneten Assoziationen in den Kategorien K0 bis K8 getrennt nach den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange sowie die signifikanten Unterschiede der Spaltenanteile der Variable Farbe und den Kategorien K1 bis K8

	Farbe							
Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**	**Summe Zeile**
K0: Keine Angabe	0	0	0	0	0	0	0	0
K1: Höchste Gefahr	2_{a}	0_{a}	59_{b}	1_{a}	2_{a}	2_{a}	11_{c}	77
K2: Gefahr	21_{a}	28_{a}	211_{b}	$33_{a, c}$	128_{d}	45_{c}	155_{e}	621
K3: Geringe Gefahr	3_{a}	15_{b}	2_{a}	$22_{b, c}$	52_{d}	$41_{d, e}$	$28_{c, e}$	163
K4: Keine Gefahr	109_{a}	191_{b}	5_{c}	99_{a}	23_{d}	68_{e}	$11_{c, d}$	506
K5: Warnung	16_{a}	19_{a}	42_{b}	20_{a}	51_{b}	14_{a}	41_{b}	203
K6: Neutral	90_{a}	74_{a}	2_{b}	30_{c}	15_{d}	48_{e}	$7_{b, d}$	200
K7: Außerhalb Kontext Gefahr	96_{a}	41_{b}	52_{b}	145_{c}	96_{a}	121_{c}	72_{a}	689
K8: Hilfsorganisation	11_{a}	$1_{b, c, d, e, f}$	$5_{a, e, f}$	$6_{a, d, f}$	0_{c}	$1_{b, c, d, e, f}$	$4_{a, b, d, e, f}$	28
Spaltensumme	348	369	378	356	367	340	329	2487

Anmerkung: Jeder tiefgestellte Buchstabe a, b, c, d, e und f gibt eine Teilmenge der Variable Farbe an, deren Spaltenanteile sich auf dem .05-Niveau nicht signifikant voneinander unterschieden.

11.5.3 Ergebnisse FA Forschungsfrage 2 – Zusammenhang zwischen den betrachteten Farben und den Auswertungskategorien K1 bis K8

In FA Forschungsfrage 2 wurde der Zusammenhang zwischen den einzelnen Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange und den Kategorien K1 bis K8 in Bezug auf die Ampelanalogie untersucht.

FA Forschungsfrage 2

Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange und den gebildeten Auswertungskategorien K1 bis K8, der auf eine Bestätigung der Ampelanalogie hinweist?

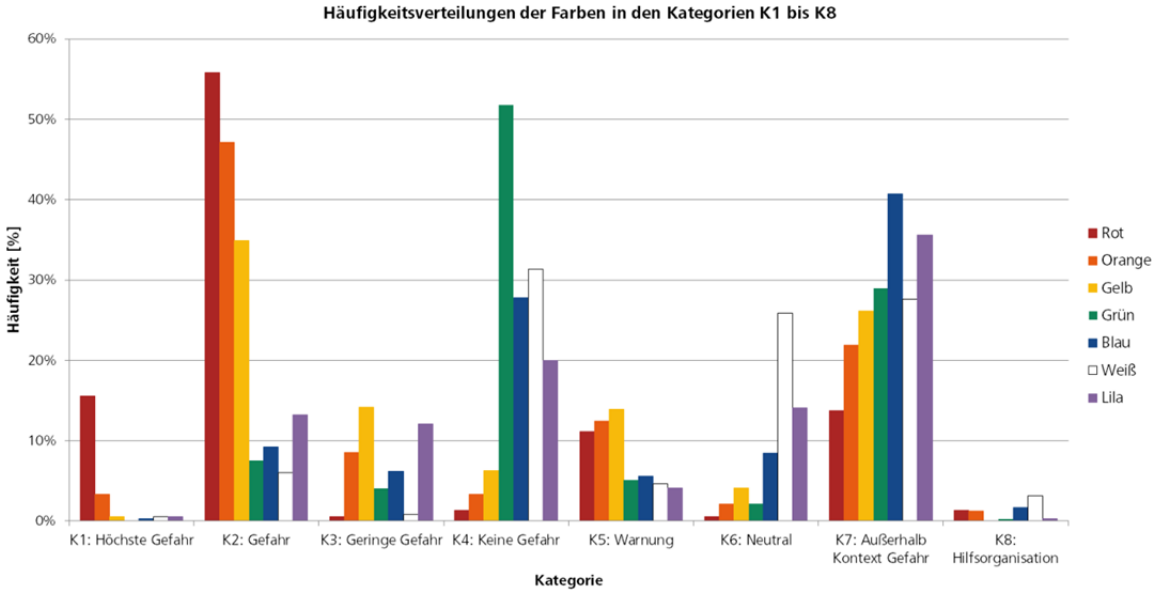


Abbildung 32. Häufigkeitsverteilung der kodierten Assoziationen in den Kategorien K1 bis K8 getrennt nach den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange.

Eine erste Bestätigung der Ampelanalogie zeigte sich bei der explorativen Sichtung der Häufigkeitsverteilungen der Farben per Augenschein (vgl. Abbildung 32). Dabei stellte sich bereits heraus, dass für alle Farben verhältnismäßig viele Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr genannt wurden. Ein besonderer Zusammenhang bestand zwischen der Teilstichprobe RU und der Kategorie *K7: Assoziationen außerhalb Kontext Gefahr* (425): Rund 56 Prozent der Assoziationen zu dieser Kategorie stammten aus der Teilstichprobe RU. Dieses Ergebnis wird in Abschnitten 11.5.5.3 und 11.6.5.3. vorgestellt und diskutiert. Im Folgenden werden zunächst die auffälligsten Werte der Häufigkeitsverteilungen der Farben rein deskriptiv in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 beschrieben:

- Ergebnisse zu den Farben Rot, Orange und Gelb:

  Die Assoziationen zur Farbe Rot wurden am häufigsten im Vergleich zu allen anderen Farben in K1: Höchste Gefahr (59; 16 %) und K2: Gefahr (211; 56 %) kodiert. Die Assoziationen zur Farbe Orange wurden am zweithäufigsten in K2: Gefahr (155; 47 %) kodiert. Im Vergleich dazu wurden die Assoziationen der Farbe Gelb zwar häufig in K2: Gefahr (128; 35 %) kodiert, aber auch am häufigsten im Vergleich zu allen anderen Farben in K3: Geringe Gefahr (52; 14 %).

  Zudem ergaben sich hier, im Vergleich zu den anderen Farben, weniger Kodierungen in K4: Keine Gefahr für die Farben Rot (5; 1 %), Orange (11; 3 %) und Gelb (23; 6 %) sowie in K6: Neutral, Rot (2; 1 %), Orange (7; 2 %) und Gelb (15; 4 %).

  Daraus lässt sich schließen, dass diese Farben tatsächlich mit dem Kontext von Gefahr in Verbindung gebracht werden. Die Kodierung der Assoziationen zur Farbe Rot (42; 11 %), Orange (41; 12 %) und Gelb (51; 14 %) in K5: Warnung zeigte des Weiteren, dass diese Farben für die Gestaltung von Warnungen sinnvoll erscheinen. Dies galt insbesondere für die Farbe Gelb.

- Ergebnisse zur Farbe Grün:

  Die Assoziationen zur Farbe Grün wurden im Vergleich zu den anderen Farben am häufigsten in K4: Keine Gefahr (191; 52 %) kodiert. Daraus wird geschlossen, dass die Farbe Grün tendenziell für Sicherheit bzw. keine Gefahr steht und daher nicht dazu geeignet ist, Gefahr abzubilden. Am zweithäufigsten wurden die Assoziationen zur Farbe Grün in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (107; 29 %) kodiert. Die hohen Werte in K7 geben jedoch einen Hinweis darauf, dass offensichtlich andere Aspekte wie Farbästhetik und Farbsymbolik mit der Farbe Grün im Kontext von Gefahr interferieren. Die hohe Zahl der Assoziationen ergab sich aufgrund der Assoziationen der Teilstichprobe RU (vgl. Abschnitte 11.5.5.3). Die Farbe Grün wurde auch in die Kategorie K2: Gefahr eingeordnet (28; 8 %). Hiervon stammten allein elf der zugeordneten Assoziationen aus der Teilstichprobe US, die die Farbe Grün mit Gesundheitsgefährdungen assoziierte, z. B. „poison" (Pb 419).

- Ergebnisse zur Farbe Blau:

  Die Assoziationen der Farbe Blau wurden am häufigsten im Vergleich zu den anderen Farben in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (145; 41 %) kodiert. Des Weiteren wurden die Assoziationen zur Farbe Blau in K4: Keine Gefahr (99; 28 %) kodiert. Dies gibt einen Hinweis darauf, dass die Farbe Blau eher Sicherheit darstellt und deshalb nicht geeignet ist, eine Gefahr farblich zu kennzeichnen. Die hohen Werte in K7 geben jedoch Aufschluss darüber, dass offensichtlich starke vorherrschende men-

tale Modelle, z. B. Farbästhetik, mit der Farbe Blau im Kontext von Gefahr interferieren, z. B. „Meer" (Pb 206); „Wasser" (Pb 532); „calming" (Pb 415). Die Farbe Blau rief des Weiteren Assoziationen von Gefahr und geringer Gefahr hervor, z. B. ger" (Pb 3127), „low danger" (Pb 475). Dies bestätigt die Annahme, dass die Farbe Blau mehrdeutige Assoziationen hervorruft. Die hohe Zahl der Assoziationen in K7 ergab sich vor allem aufgrund der Assoziationen der Teilstichprobe RU (vgl. Abschnitt 11.5.5.3).

- Ergebnisse zur Farbe Weiß:

  Die meisten Assoziationen der Farbe Weiß wurden in K4: Keine Gefahr (109; 31 %) kodiert. Aus diesem Grund wird die Farbe Weiß nicht als geeignet betrachtet, eine Gefahr farblich zu kennzeichnen. Dies bestätigen zudem die Kodierungen in die Kategorien K6: Neutral (90; 26 %; häufigster Wert im Vergleich zu allen anderen Farben) und K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (96; 28 %). Weitere Aspekte der Farbästhetik und Farbsymbolik interferierten mit der Farbe Weiß im Kontext von Gefahr, z. B. „surrender flag" (Pb 472); „cleanliness" (Pb 309).

- Ergebnisse zur Farbe Lila:

  Die meisten Assoziationen der Farbe Lila wurden in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (121; 36 %) kodiert, gefolgt von K4: Keine Gefahr (68; 20 %). Daraus lässt sich ableiten, dass die Farbe Lila eher mentale Modell in Bezug auf Sicherheit als hinsichtlich Gefahr hervorruft. Im Vergleich zur Farbe Blau wurden mehr Assoziationen der Farbe Lila in K6: Neutral (48; 14 %) und K2: Gefahr (45; 13 %) kodiert. Darin zeigt sich, dass offensichtlich andere Aspekte, z. B. Farbästhetik und Farbsymbolik, mit der Farbe Lila im Kontext von Gefahr interferieren und die Farbe Lila mehrdeutige Konnotationen im Kontext von Gefahr hervorruft, z. B. „Homosexuelle" (Pb 206), „relaxation" (Pb 307), „rainbows" (Pb 472) und „Milka-Schokolade" (Pb 545).

Die deskriptive Beschreibung der Daten bestätigt die Ampelanalogie, und es konnte eine Gefahrenabstufung abgeleitet werden. Diese wird in Abbildung 33 verdeutlicht (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

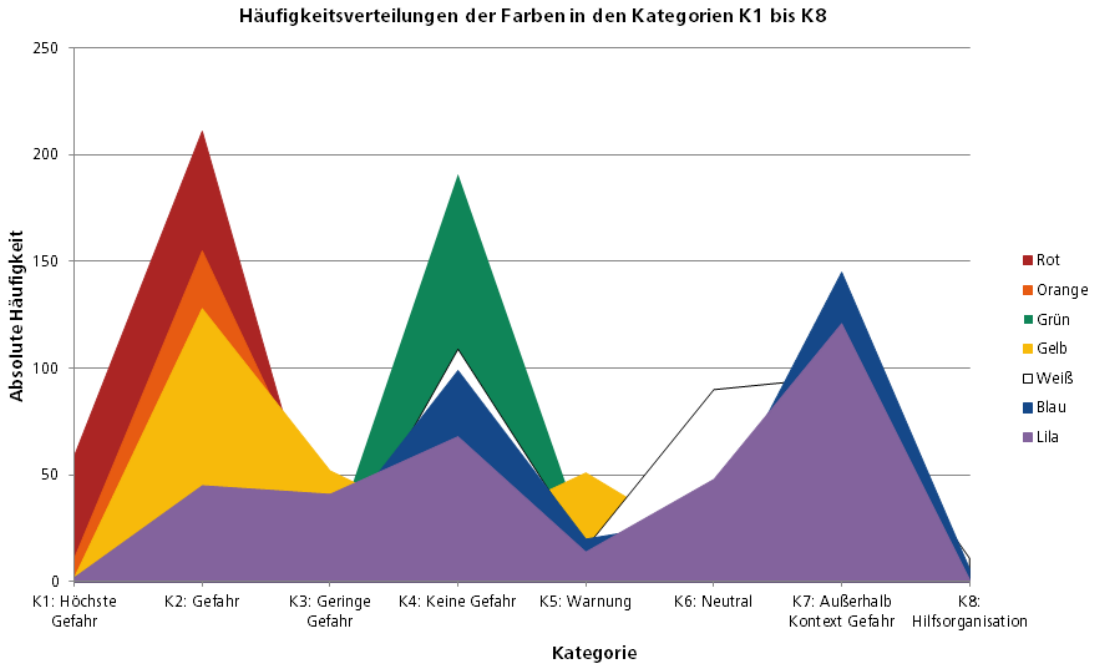


Abbildung 33. Verteilung der absoluten Häufigkeiten der kodierten Assoziationen zu den betrachteten Farben in den Kategorien K1 bis K8, die die Gefahrenabstufung der deskriptiven Auswertung verdeutlicht (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe): Rot – Orange – Gelb– Lila – Blau – Weiß – Grün.

Weiterführende nicht-parametrische Analysen

In einem nächsten Schritt wurde, sofern möglich, eine statistische Überprüfung der qualitativen Ergebnisse angestrebt. Aus diesem Grund wurden die Zusammenhänge anhand eines X^2-Tests, dem Friedman-Test sowie durch eine Konkordanzanalyse überprüft:

Zwischen den Farben und den Kategorien K1 bis K8 bestand ein signifikanter Zusammenhang, aufgrund X^2 (42, N = 2487) = 1 408.88, p < .001. Die Stärke des Zusammenhangs wurde mit Cramer's V = .31, p < .001 als hoch eingestuft.

Aufgrund der zum Teil sehr geringen Häufigkeiten in einigen Zellen von Tabelle 17 ist dieses Ergebnis jedoch nur mit Einschränkungen anzunehmen. Um zu untersuchen, welche Zellen zu dem signifikanten Ergebnis des X^2-Tests beigetragen hatten, wurden die Unterschiede der Spaltenanteile einzelner Zellen der Spalten zur Variable Farbe berechnet. Tabelle XY gibt durch die tiefgestellten Buchstaben a, b, c, d, e und f einen vollständigen Überblick über die signifikanten Unterschiede. An dieser Stelle sollen jedoch nur die wichtigsten signifikanten Unterschiede zur Untersuchung der Ampelanalogie hervorgehoben werden:

- K1: Die Farben Rot und Orange unterschieden sich voneinander und ebenso von allen anderen Farben. Rot und Orange stellen deshalb eine Abstufung von sehr gefährlich dar.

- K2: Die Farben Rot, Orange und Gelb unterschieden sich voneinander und von allen anderen Farben. Die Farben Rot, Orange und Gelb werden als Gefahr interpretiert.
- K3: Die Farben Gelb und Orange unterschieden sich voneinander. Die Farbe Orange wird insgesamt gefährlicher als die Farbe Geld eingestuft.
- K4: Die Farbe Grün unterschied sich von allen anderen Farben. Die Farben Weiß und Blau unterschieden sich von allen anderen Farben. Die Farben Grün, Weiß und Blau werden als keine Gefahr interpretiert.
- K5: Die Farben Rot, Orange und Gelb unterschieden sich von allen anderen Farben. Die Farben Rot, Orange und Gelb werden als Warnungsfarben interpretiert.
- K6: Die Farben Weiß und Grün unterschieden sich von allen anderen Farben. Vor allem die Farbe Weiß wird als neutral betrachtet.
- K7: Die Farben Blau und Lila unterschieden sich von allen anderen Farben.
- K8: Hier unterschied sich nur die Farbe Gelb von allen anderen Farben.

Bei den Farben Weiß, Blau und Lila bestätigte sich zudem deren Mehrdeutigkeit. In den berechneten Unterschieden bestätigte sich statistisch dennoch die zuvor bestimmte Gefahrenabstufung (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

In einem nächsten Schritt wurden zur vergleichenden Untersuchung der Verteilungen der Farbe in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 der Friedman-Test und eine Konkordanzanalyse (Legendre, 2005) herangezogen. Für die Analyse wurden sogenannte Trefferindices gebildet, d.h. eine Normierung der Daten durchgeführt. Die Trefferindices gaben die Verteilung jeder einzelnen Farbe in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 an und wurden berechnet durch

$TIF_{fK} = x_{fK} / \Sigma z_f$

mit x_{fk} = Zellwert der Spalte f_i (Farbe) und der Zeile K_j (Kategorie 1 bis 8);

Σz_f = Spaltensumme der Spalte f_i (Spaltensumme Farbe).

Tabelle 18 zeigt die berechneten Trefferindices.

Tabelle 18

Überblick über die Trefferindices der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8

	Farbe						
Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**
K1: Höchste Gefahr	0.006[20]	0	0.156	0.003	0.005	0.006	0.033
K2: Gefahr	0.060	0.076	0.558	0.093	0.349	0.132	0.471
K3: Geringe Gefahr	0.009	0.041	0.005	0.062	0.142	0.121	0.085
K4: Keine Gefahr	0.313	0.518	0.013	0.278	0.063	0.200	0.033
K5: Warnung	0.046	0.051	0.111	0.056	0.139	0.041	0.125
K6: Neutral	0.259	0.022	0.005	0.084	0.041	0.141	0.021
K7: Außerhalb Kontext Gefahr	0.276	0.290	0.138	0.407	0.262	0.356	0.219
K8: Hilfsorganisation	0.032	0.003	0.013	0.017	0.000	0.003	0.012
Spaltensumme	1	1	1	1	1	1	1

Es zeigte sich im Friedman-Test, dass ein signifikanter Unterschied in der Kodierung der Farben in die Kategorien K1 bis K8 vorlag: X^2_F (7, N = 7) = 29.03, $p < .001$. Die Verteilungen der Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 unterschieden sich.

In einem nächsten Schritt wurde die Übereinstimmung der Kodierung der Farben in die Kategorien K1 bis K8 überprüft. Kendall's Konkordanz Koeffizient ergab mit W (7, N = 7) = .59, $p < .001$ zwar eine signifikante Übereinstimmung, dennoch konnte diese nicht für alle Kategorien angenommen werden. Nach Legendre (2005) kann Kendall's Konkordanzkoeffizient W nur dann als sinnvolle Übereinstimmung interpretiert werden, wenn eine anschließende Analyse der Korrelation nach Spearman (df = 5; Alpha = .05) zwischen einem Kategorienpaar K – K', z. B. K1 – K2, ein positiv korreliertes und signifikantes Ergebnis zeigt. Positive und signifikante Korrelationen zeigten sich nur zwischen den Kategorienpaaren K4 – K7 ($r = .71$, $p = .036$) und K6 – K7 ($r = .68$, $p = .047$); die anderen Kategorienpaare korrelierten nicht positiv und signifikant (Tabelle Anhang C - 6). Eine separate Analyse dieser Kategorienpaare zeigte für K4 – K7 keine signifikante Konkordanz mit W_{K4-K7} (1; N = 7) = .18, $p = .257$. Für K6 – K7 wurde eine signifikante Konkordanz bestimmt mit W_{K6-K7} (1; N = 7) = 1, $p = .008$. Die Konkordanz des Gesamttests ließ sich deshalb auf das Kategorienpaar K6 – K7 zurückführen, d. h. die Kodierungen in Bezug auf Neutralität und Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr stimmten überein.

[20] Aufgrund der Auswertung in SPSS wurden drei Stellen nach dem Komma für die Trefferindices beibehalten. Die Zeile Spaltensumme gibt gerundete Werte an.

11.5.4 Ergebnisse FA Forschungsfrage 3 – Zusammenhang zwischen den betrachteten Farben und den Ampel-Kategorien K1 bis K4

In FA Forschungsfrage 2 zeigte sich unter anderem der Einfluss der Kategorien K5 bis K8. Um den Zusammenhang zwischen den betrachteten Farben und die Ampel-Kategorien K1 bis K4 hinsichtlich der Ampelanalogie näher zu untersuchen, wurden in FA Forschungsfrage 3 nur die Daten für diese Kategorien in die Analyse einbezogen. Dazu wurde folgende FA Forschungsfrage formuliert:

FA Forschungsfrage 3

Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange und den deduktiv gebildeten Ampel-Kategorien K1 bis K4, der auf eine Bestätigung der Ampelanalogie hinweist?

Aus der deskriptiven Beschreibung der Daten (vgl. Abschnitt 11.5.1) kann die Ampelanalogie weitestgehend bestätigt werden. Abbildung 34 verdeutlicht die Abstufung der Gefahr aus der deskriptiven Beschreibung der Daten. Es ließ sich eine Gefahrenabstufung ableiten (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

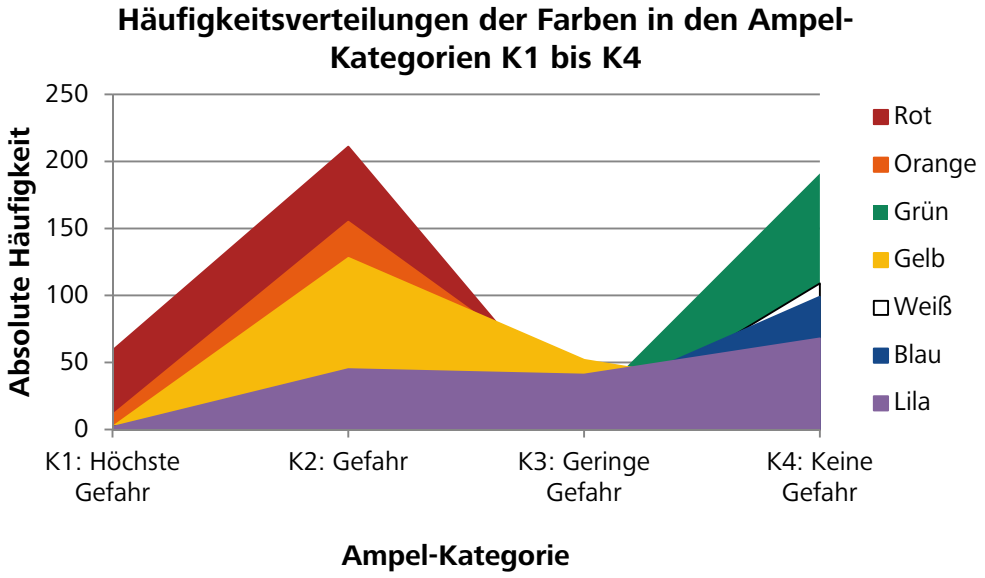


Abbildung 34. Verteilung der absoluten Häufigkeiten der kodierten Assoziationen in den Kategorien K1 bis K4, die die gefundene Gefahrenabstufung der deskriptiven Auswertung verdeutlicht (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe): Rot – Orange – Gelb– Lila – Blau – Weiß – Grün

Weiterführende nicht-parametrische Analysen

Zur Überprüfung der Ampelanalogie durch einen X^2-Test wurde Tabelle 17 in Untertabelle 19 unterteilt. Zwischen den Farben und den Kategorien K1 bis K4 bestand ein signifikanter Zusammenhang, da X^2 (18, N= 1367) = 900.99, p < .001. Des Weiteren lag ein starker Zusammenhang vor, da Cramer's V = .47, p < .001.

Tabelle 19

Überblick über die absoluten Häufigkeiten der zugeordneten Assoziationen in den Kategorien K1 bis K4 getrennt nach den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange sowie über die signifikanten Unterschiede der Spaltenanteile der Variable Farbe und den Ampel-Kategorien K1 bis K4

	Farbe							
Ampel-Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**	**Summe Zeile**
K1: Höchste Gefahr	$2_{a, b}$	0_{b}	59_{c}	1_{b}	2_{b}	2_{b}	11_{a}	77
K2: Gefahr	$21_{a, b}$	28_{b}	211_{c}	$33_{a, d}$	128_{e}	45_{d}	155_{c}	621
K3: Geringe Gefahr	$3_{a, b}$	15_{b}	2_{a}	22_{c}	52_{d}	41_{d}	28_{c}	163
K4: Keine Gefahr	109_{a}	191_{a}	5_{b}	99_{c}	23_{d}	68_{e}	11_{f}	506
Spaltensumme	135	234	277	155	205	156	205	1367

Anmerkung: Jeder tiefgestellte Buchstabe a, b, c, d, e und f gibt eine Teilmenge der Variable Farbe an, deren Spaltenanteile sich auf dem .05-Niveau nicht signifikant voneinander unterscheiden.

Aufgrund des signifikanten Zusammenhangs zwischen den Farben und den Kategorien K1 bis K4 wurden die Unterschiede der Spaltenanteile einzelner Zellen der Spalten zur Variable Farbe berechnet. Tabelle 19 zeigt einen vollständigen Überblick über die signifikanten Unterschiede. An dieser Stelle sollen jedoch nur die wichtigsten signifikanten Unterschiede zur Untersuchung der Ampelanalogie hervorgehoben werden:

- K1: Die Farbe Rot unterschied sich von allen anderen Farben. Sie wird daher als Farbe der höchsten Gefahr interpretiert.
- K2: Die Farben Rot und Orange unterschieden sich von allen anderen Farben, wie die Farbe Gelb. Die Farben werden als gefährlich interpretiert.
- K3: Die Farben Gelb und Lila unterschieden sich von allen anderen Farben, ebenso wie die Farben Orange und Blau. Diese Farben werden als geringe Gefahr eingestuft.
- K4: Die Farben Weiß und Grün unterschieden sich von allen anderen Farben. Die Farben Weiß und Grün werden als nicht gefährlich bzw. sicher interpretiert.

In einem nächsten Schritt wurden die Verteilungen der Farbe in Bezug auf die Ampel-Kategorien K1 bis K4 anhand eines Friedman-Tests und einer Konkordanzanalyse (Legendre, 2005) untersucht. Die Verteilungen der Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 unter-

schieden sich. Für die Analyse wurden sogenannte Trefferindices (vgl. Tabelle 20) gebildet, d. h. es wurde eine Normierung der Daten durchgeführt. Die Trefferindices gaben die Verteilung jeder einzelnen Farbe in Bezug auf die Kategorien K1 bis K4 an und wurden berechnet durch

$TIF_{fK} = x_{fK} / \Sigma z_f$

mit x_{fk} = Zellwert der Spalte f_i (Farbe) und der Zeile K_j (Kategorie);

Σz_f = Spaltensumme der Spalte f_i (Spaltensumme Farbe).

Tabelle 20

Überblick über die Trefferindices der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Ampel-Kategorien K1 bis K4

	Farbe						
Ampel-Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**
K1: Höchste Gefahr	0.015	0	0.213	0.006	0.010	0.013	0.054
K2: Gefahr	0.156	0.120	0.762	0.213	0.624	0.288	0.756
K3: Geringe Gefahr	0.022	0.064	0.007	0.142	0.254	0.263	0.137
K4: Keine Gefahr	0.807	0.816	0.018	0.639	0.112	0.436	0.054
Spaltensumme	1	1	1	1	1	1	1

Es zeigte sich anhand des Friedman-Tests, dass sich die Farben signifikant in der Kodierung in die Kategorien K1 bis K4 unterschieden, da $X^2_F(3, N = 7) = 11.17$, $p = .01$. Es lag eine Übereinstimmung der Kodierung der Farben in die Kategorien K1 bis K4 vor: Kendall's Konkordanzkoeffizient ergab W (3, N = 7) = .53, $p < .01$. Nach Legendre (2005) kann Kendall's Konkordanzkoeffizient W nur dann als sinnvolle Übereinstimmung interpretiert werden, wenn eine anschließende Analyse der Korrelationen nach Spearman zwischen einem Kategorienpaar K – K' ein positiv korreliertes und signifikantes Ergebnis zeigt. Nur das Kategorienpaar K1 – K2 ergab eine positive und signifikant Korrelation mit $r = .62$, $p = .025$. Eine separate Analyse dieses Kategorienpaars zeigte für K1 – K2 eine signifikante Konkordanz mit W_{K1-K2} (1, N = 7) = 1, $p = .008$. Die Konkordanz der Kategorien K1 bis K4 ließ sich deshalb auf das Kategorienpaar K1 – K2 (Höchste Gefahr und Gefahr) zurückführen.

11.5.5 Ergebnisse FA Forschungsfrage 4a und 4b – Betrachtung der Assoziationen der einzelnen Teilstichproben und Überprüfung der Ampelanalogie

FA Forschungsfrage 4 setzte den Schwerpunkt auf die Unterschiede innerhalb der einzelnen Teilstichproben DE, KR, RU und US. Die Daten der Teilstichproben wurden getrennt voneinander betrachtet und entsprechende Häufigkeitstabellen wurden erstellt. Zur Untersuchung wurden die FA Forschungsfragen 4a und 4b formuliert. FA Forschungsfrage 4a untersuchte die Assoziationen der Probanden einer Teilstichprobe im Kontext von Gefahr. Die gebildeten Kategorien K1 bis K8 bzw. die berechneten Häufigkeiten der Assoziationen gaben darüber Auskunft, wie stark die durch das Kategoriensystem gefundenen Merkmale ausgeprägt waren (Bortz & Döring, 2006; Bortz et al., 2008) und gaben Hinweise auf Farbsymbolik, mentale Modelle und Konnotationen zu einer Farbe für jede Teilstichprobe. FA Forschungsfrage 4b untersuchte die Daten hinsichtlich der Ampelanalogie.

11.5.5.1 Ergebnisse FA Forschungsfrage 4a und 4b – Assoziationen der Teilstichprobe DE und Überprüfung der Ampelanalogie

FA Forschungsfrage 4a

Was assoziieren die Probanden (hier: der Teilstichprobe DE) mit den betrachteten Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange im Kontext von Gefahr?

Von den deutschen Probanden wurden insgesamt 547 Assoziationen genannt. Im Durchschnitt nannte jeder Proband 1.67 Assoziationen pro Farbe. Der Kategorie K0: Keine Angaben wurden keine Assoziationen zugeordnet, d. h. die Probanden nannten zu allen präsentierten Farben Assoziationen. Tabelle 21 zeigt die absoluten Häufigkeiten der in die Kategorien K0 bis K8 kodierten Assoziationen geordnet nach den betrachteten Farben.

Tabelle 21

Überblick über die absoluten Häufigkeiten der zugeordneten Assoziationen in den Kategorien K0 bis K8 getrennt nach den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange für die Teilstichprobe DE

	Farbe							
Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**	**Summe Zeile**
K0: Keine Angabe	0	0	0	0	0	0	0	0
K1: Höchste Gefahr	1	0	21	1	2	1	4	30
K2: Gefahr	2	4	48	4	28	10	47	143
K3: Geringe Gefahr	1	4	0	12	24	22	4	67
K4: Keine Gefahr	32	56	0	30	8	12	1	139
K5: Warnung	7	5	4	8	8	4	6	42
K6: Neutral	28	1	1	9	6	14	2	61
K7: Außerhalb Kontext Gefahr	7	9	2	16	6	18	4	62
K8: Hilfsorganisation	0	1	0	1	0	0	1	3
Spaltensumme	78	80	76	81	82	81	69	547

Eine erste Bestätigung der Ampelanalogie zeigte sich bei der explorativen Sichtung der Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Farben per Augenschein (vgl. Abbildung 35).

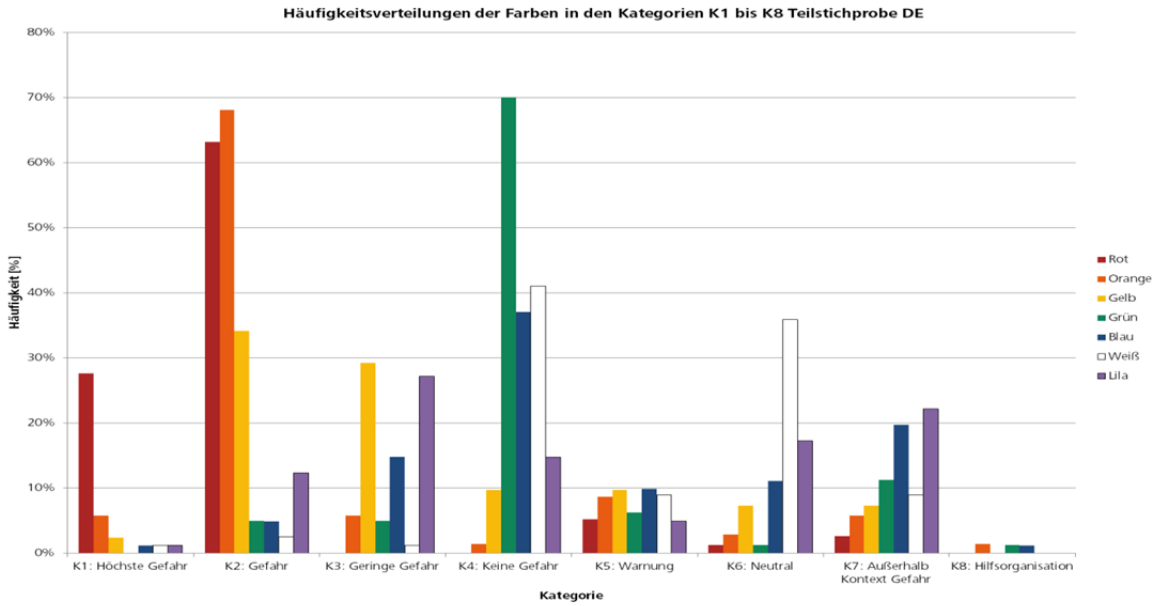


Abbildung 35. Häufigkeitsverteilung der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in der Teilstichprobe DE getrennt nach den Kategorien K1 bis K8.

Die Assoziationen der Probanden der Teilstichprobe DE konnten vollständig durch die Auswertungskategorien K0 bis K8 kodiert werden. Im Folgenden werden deskriptiv die auffälligsten Kodierungen der Assoziationen der deutschen Probanden zu den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in die Kategorien K1 bis K8 beschrieben[21]:

- Ergebnisse zu den Farben Rot, Orange und Gelb:

  Die Assoziationen zur Farbe Rot wurden am häufigsten von allen Farben in K1: Höchste Gefahr (21; 28 %), z. B. „absolute Gefahr" (Pb 503), und K2: Gefahr (48; 63 %), z. B. „Gefahr" (Pb 508), kodiert. Die Farbe Rot wurde mit Kategorie K3: Geringe Gefahr oder K4: Keine Gefahr assoziiert und ist damit eindeutig die Farbe, die am deutlichsten mit (höchster) Gefahr verbunden wird. Die Assoziationen der Farbe Orange wurden am zweithäufigsten K2: Gefahr (47; 68 %) zugeordnet, z. B. „mittlere Gefahr" (Pb 514). Im Vergleich dazu wurden die Assoziationen der Farbe Gelb zwar häufig in K2: Gefahr (28; 34 %) kodiert, aber auch am häufigsten im Vergleich zu allen anderen Farben in K3: Geringe Gefahr (24; 29 %), z. B. „leichter Gefahrenbereich" (Pb 517).

  Weiterhin wurden wenige Assoziationen zur Farbe Orange (4; 6 %) in K3: Geringe Gefahr kodiert. Die Assoziationen zu den Farben Orange (1; 1 %) und Gelb (8; 10 %) wurden im Vergleich zu den anderen Farben seltener in K4: Keine Gefahr kodiert, z. B. die Assoziation „nicht gefährlich" (Pb 537) zur Farbe Gelb. Daraus lässt sich schließen, dass diese Farben tatsächlich mit dem Kontext von Gefahr in Verbindung gebracht werden, aber unterschiedliche Abstufungen von Gefahr darstellen. Die Kodierungen der Assoziationen der Farben Rot (4; 5 %), Orange (6; 9 %) und Gelb (8; 10 %) in K5: Warnung zeigen, dass diese Farben allerdings weniger mit der Gestaltung von Warnungen in Verbindung gebracht werden, wie z. B. die Assoziationen zur „Warnfarbe" (Pb 536) zur Farbe Gelb und „Warnung" (Pb 523) zur Farbe Orange zeigen.

- Ergebnisse zur Farbe Grün:

  Die Assoziationen zur Farbe Grün wurden am häufigsten von allen Farben in K4: Keine Gefahr (56; 70%) kodiert, z. B. „ganz sicher" (Pb 519) und „ungefährlich" (Pb 539). Keine Assoziation wurde mit K1: Höchste Gefahr (0) kodiert. Nur wenige Assoziationen wurden in K2: Gefahr (4; 5 %), z. B. „stärkere Kontamination" (Pb 518), und K3: Geringe Gefahr (4; 5 %), z. B. „wenig giftig" (Pb 541), kodiert. Daraus kann geschlossen werden, dass die Farbe Grün für Sicherheit bzw. keine Gefahr steht. Am zweithäufigsten wurden die Assoziationen zur Farbe Grün in K7: Assoziationen außerhalb des

[21] Zur Verdeutlichung werden im Folgenden die absoluten Häufigkeiten und die gerundeten relativen Häufigkeiten in Prozent in runden Klammern *( )* wiedergegeben.

Kontexts Gefahr (9; 11 %) kodiert, z. B. „Freiheit" (Pb 543) und „Lieblingsfarbe" (Pb 545).

- Ergebnisse zur Farbe Blau:

  Die meisten Assoziationen zur Farbe Blau wurden mit K4: Keine Gefahr (30; 37 %) kodiert, z. B. „Sicherheit" (Pb 501), gefolgt von K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (16; 20 %), z. B. „Wasserentnahmestelle" (Pb 505), und K3: Geringe Gefahr (12; 15 %), z. B. „etwas Gefahr" (Pb 524). Die Werte in K4 und gleichzeitig in K3 und K7 zeigen, dass offensichtlich weitere Aspekte, z. B. Farbsymbolik zu Wasser, mit der Farbe Blau im Kontext von Gefahr interferieren. Darin zeigt sich, dass die Farbe Blau offensichtlich mehrdeutige Assoziationen im Kontext von Gefahr hervorruft und daher auch als weniger sicher als die Farbe Grün betrachtet werden kann.

- Ergebnisse zur Farbe Weiß:

  Die meisten Assoziationen zur Farbe Weiß wurden K4: Keine Gefahr (32; 41 %) zugeordnet, z. B. „sehr sicher" (Pb 523) und „keine Gefahr" (Pb 529). Nur eine Assoziation wurde mit K1: Höchste Gefahr (1; 1 %) kodiert („absolut gefährlich"; Pb 507). Grundsätzlich scheint die Farbe Weiß nicht geeignet, eine Gefahr farblich zu kennzeichnen. Dies wurde zusätzlich bestätigt durch die Kodierungen in die Kategorien K6: Neutral (28; 36 % und häufigster Wert im Vergleich zu allen anderen Farben), z. B. „würde ich nicht mit Gefahr in Verbindung bringen, hat keine Aussage, keinerlei Einschätzungsmöglichkeiten" (Pb 510).

- Ergebnisse zur Farbe Lila:

  Die meisten Assoziationen zur Farbe Lila wurden in K3: Geringe Gefahr (22; 27 %) kodiert, z. B. „nicht so gefährlich" (Pb 510), gefolgt von K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (18; 22 %), z. B. „Zeichen für Seelsorge" (Pb 505). Nur eine Assoziation wurde mit K1: Höchste Gefahr (1; 1 %) kodiert („hohe Konzentration"; Pb 541). Daraus lässt sich ableiten, dass die Farbe Lila eher Gefahr darstellt. Ferner wurden jedoch Assoziationen zur Farbe Lila in K6: Neutral (14; 17 %), z. B. „keine Assoziation" (Pb 535) und K4: Keine Gefahr (12; 15 %) kodiert, z. B. „mehr Sicherheit" (Pb 521). Darin zeigt sich, dass die Farbe Lila offensichtlich mehrdeutige Assoziationen im Kontext von Gefahr hervorruft mit einer Tendenz zu geringer Gefahr.

FA Forschungsfrage 4b

Gibt es innerhalb der Teilstichprobe (hier: DE) einen Zusammenhang zwischen den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange und den gebildeten Auswertungskategorien K1 bis K8, der auf eine Bestätigung der Ampelanalogie hinweist?

Da in Tabelle 21, mehr als 20 Prozent der Zellen eine Häufigkeit kleiner oder gleich 5 aufwiesen, konnte für die weitere Auswertung kein X^2-Test auf Unabhängigkeit angewendet werden. Um die Übereinstimmung zwischen den Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 dennoch zu untersuchen, wurde Kendall's Konkordanzkoeffizient *W* bestimmt. Es zeigte sich mit W_{DE} (6; N = 8) = .1, p = .577, dass für die Kodierung der Farben keine signifikante Übereinstimmung zwischen den Rangplätzen der Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 vorlag. Die Zuordnung der Farben zu den Kategorien unterschied sich demnach.

Korrelationsanalysen nach Spearman für Farbpaare ff'

Obwohl zwischen den Rangplätzen der Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 keine Übereinstimmung vorlag, wurden zur Untersuchung der Beziehung der Farbpaare ff' der Teilstichprobe DE Korrelationskoeffizienten nach Spearman berechnet, mit df = 6 und einem Alphaniveau von 5 %. Die Tabelle 44 im C – 6 zeigt die Korrelationskoeffizienten und die zugehörigen p-Werte. Im Folgenden werden die signifikanten Korrelationen der Farbpaare ff' und das Zusammenhangsmaß Cramer's *V* beschrieben:

- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Grün und Blau lag in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang vor (r = .81; p = .016). Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Grün und Blau konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{DE\ Grün_Blau}$ = .92; p = .28 .
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Weiß und Blau zeigte sich in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit r = .72; p = .043. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Weiß und Blau wurde auch hier mit Cramer's $V_{DE\ Weiß_Blau}$ = .92; p = .28 berechnet und ist daher nicht erklärbar.
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Lila und Blau lag in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit r = .8; p = .017; vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Lila und Blau wurde mit Cramer's $V_{DE\ Lila_Blau}$ = .1; p = .24 berechnet und ist daher nicht erklärbar.
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Rot und Orange lag in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit r = .81; p = .016 vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Rot und Orange wurde mit Cramer's $V_{DE\ Rot_Orange}$ = 1; p = .24 berechnet und ist daher nicht erklärbar.

Die Ergebnisse zu den Forschungsfragen 4a und 4b in der Teilstichprobe DE bestätigen die Ampelanalogie. Die Konkordanzanalyse nach Kendall ergab keine signifikante Übereinstimmung der Kodierungen der Farben in die Kategorien, d. h. die Zuordnungen der Farben zu den Kategorien unterschieden sich. Die zusätzlich betrachteten Korrelationen führten zu folgender Gefahrenabstufung (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

11.5.5.2 Ergebnisse FA Forschungsfrage 4a und 4b – Assoziationen der Teilstichprobe KR und Überprüfung der Ampelanalogie

FA Forschungsfrage 4a

Was assoziieren die Probanden (hier: der Teilstichprobe KR) mit den betrachteten Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange im Kontext von Gefahr?

Von den Probanden der Teilstichprobe KR wurden insgesamt 395 Assoziationen genannt. Im Durchschnitt nannte jeder dieser Probanden 1.3 Assoziationen pro Farbe. Der Kategorie K0: Keine Angaben wurden keine Assoziationen zugeordnet, d. h. die Probanden nannten zu allen präsentierten Farben Assoziationen. Tabelle 22 zeigt die absoluten Häufigkeiten der kodierten Assoziationen in die Kategorien K0 bis K8 geordnet nach den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange.

Tabelle 22

Überblick über die absoluten Häufigkeiten der kodierten Assoziationen in den Kategorien K0 bis K8 getrennt nach den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange für die Teilstichprobe KR

	Farbe							
Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**	**Summe Zeile**
K0: Keine Angabe	0	0	0	0	0	0	0	0
K1: Höchste Gefahr	0	0	7	0	0	1	1	9
K2: Gefahr	8	7	32	9	20	11	23	110
K3: Geringe Gefahr	0	2	1	1	5	3	10	22
K4: Keine Gefahr	19	24	0	14	5	8	1	71
K5: Warnung	1	1	1	1	7	2	2	15
K6: Neutral	9	3	0	10	6	14	3	45
K7: Außerhalb Kontext Gefahr	11	11	11	17	16	8	10	84
K8: Hilfsorganisation	2	0	0	0	0	1	0	3
Spaltensumme	50	48	52	52	59	48	50	359

Eine erste Bestätigung der Ampelanalogie zeigte sich bei einer explorativen Sichtung der Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Farben per Augenschein (vgl. Abbildung 36).

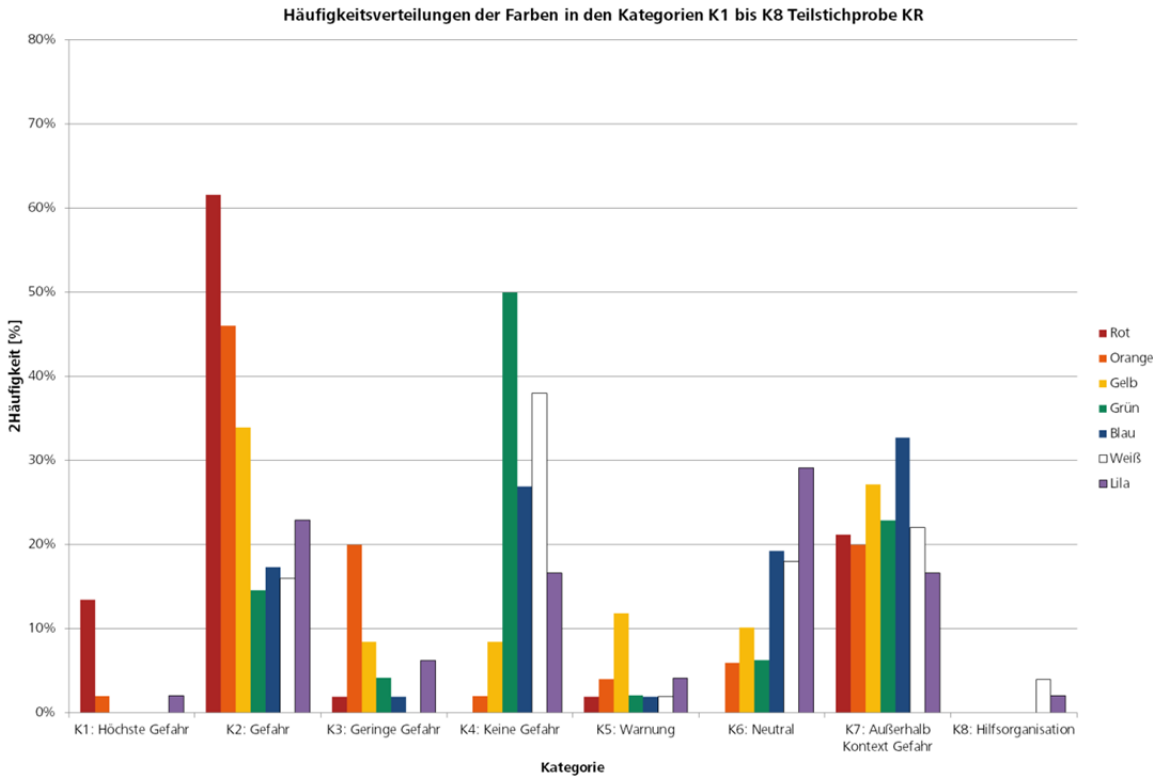


Abbildung 36. Häufigkeitsverteilung der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in der Teilstichprobe KR getrennt nach den Kategorien K0 bis K8.

Die Assoziationen der Probanden der Teilstichprobe KR konnten vollständig durch die Auswertungskategorien K0 bis K8 kodiert werden. Im Folgenden werden deskriptiv die auffälligsten Kodierungen der Assoziationen der Probanden dieser Teilstichprobe zu den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in die Kategorien K1 bis K8 beschrieben[22]:

- Ergebnisse zu Farbe Rot:

  Die Assoziationen zur Farbe Rot wurden am häufigsten von allen Farben in die beiden Kategorien K1: Höchste Gefahr (7; 13 %) und K2: Gefahr (32; 63 %) kodiert. Assoziationen zur Farbe Rot wurden nur sehr selten bis gar nicht in die Kategorien K3: Geringe Gefahr (1; 2 %), K4: Keine Gefahr (0), K5: Warnung (1; 2 %), K6: Neutral (0) und K8: Einsatzkräfte (0) kodiert. Am zweithäufigsten wurden Assoziationen zur Farbe Rot der Kategorie K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts (11; 21 %) zugeordnet. Die Farbe Rot wird also eindeutig mit Gefahr bzw. einer Tendenz zur höchsten Gefahr assoziiert, wie z. B. die Äußerung „sehr gefährlich“ (Pb 204) zeigt.
- Ergebnisse zur Farbe Orange:

[22] Zur Verdeutlichung werden im Folgenden die absoluten Häufigkeiten und die gerundeten relativen Häufigkeiten in Prozent in runden Klammern *( )* wiedergegeben.

Die Assoziationen zur Farbe Orange wurden am zweithäufigsten von allen Farben in K2: Gefahr (23; 46 %) und am häufigsten in K3: Geringe Gefahr (10; 6 %) kodiert. Der Kategorie K1: Höchste Gefahr (1; 2 %) wurde nur eine Angabe zugeordnet. Daraus lässt sich schließen, dass mit der Farbe Orange Gefahr assoziiert wird. Die Farbe Orange wurde von der Farbe Gelb abgegrenzt, wie z. B. die Assoziation „gefährlicher als Gelb" (Pb 202) zeigt. Die Kodierungen der Assoziationen in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts (10; 20 %) (z. B. „Fisch"; Pb 223; „Frauen"; Pb 209) weisen darauf hin, dass weitere Farbsymbolik mit der Farbe Orange interferieren könnte.

- Ergebnisse zur Farbe Gelb:

  Die meisten Assoziationen zur Farbe Gelb konzentrierten sich auf K2: Gefahr (20; 34 %) und K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts (16; 27 %), z. B. „Küken" (Pb 204). Am häufigsten im Vergleich zu allen anderen Farben wurde die Farbe Gelb in K5: Warnung (7; 12 %) kodiert, z. B. „Warnung" (Pb 203), jedoch interferierten weitere ästhetische Farbaspekte mit der Farbe Gelb im Kontext von Gefahr, wie z. B. die Assoziationen „warm" (Pb 204) und „Senf" (Pb 231) zeigen. Mit der Farbe Gelb wird zusammenfassend Gefahr assoziiert, und sie wird als Warnungsfarbe betrachtet.

- Ergebnisse zur Farbe Grün:

  Die Assoziationen zur Farbe Grün wurden am häufigsten im Vergleich zu den anderen Farben in K4: Keine Gefahr (24; 50 %) kodiert, z. B. „sicher" (Pb 238). Daraus kann geschlossen werden, dass die Farbe Grün Sicherheit bzw. keine Gefahr darstellt und deshalb eher nicht geeignet ist, auf eine Gefahr hinzuweisen. Am zweithäufigsten wurden die Assoziationen zur Farbe Grün der Kategorie K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (11; 23 %) zugeordnet, z. B. dem Naturmotiv der Farbsymbolik, wie „Baum" (Pb 223) und „Rasen" (Pb 206) zeigen.

- Ergebnisse zur Farbe Blau:

  Die Assoziationen zur Farbe Blau wurden am häufigsten, im Vergleich zu den anderen Farben, in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts (17; 33 %) kodiert, z. B. „Meer" (Pb 206) und „Lieblingsfarbe" (Pb 210). Des Weiteren wurden die Assoziationen zur Farbe Blau kodiert in K4: Keine Gefahr (14; 27 %), z. B. „sicher" (Pb 217), sowie in K6: Neutral (10; 20 %), z. B. „keine Assoziation" (Pb 207). Anhand einiger Kodierungen in K2: Gefahr (9; 17 %) zeigt sich, dass die Farbe Blau offensichtlich mehrdeutige Assoziationen im Kontext von Gefahr hervorruft, z. B. „Vorsicht" (Pb 203). Die Häufigkeiten in K4 und gleichzeitig in K2 und K7 geben jedoch einen Hinweis darauf, dass offensichtlich weitere Aspekte, z. B. Farbästhetik, mit der Farbe Blau im Kontext von Gefahr interferieren.

- Ergebnisse zur Farbe Weiß:

  Die meisten Assoziationen der Farbe Weiß wurden in K4: Keine Gefahr (19; 38 %) kodiert, z. B. „nicht gefährlich" (Pb 216). Des Weiteren wurden Assoziationen aber den Kategorien K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts (11; 22 %), z. B. „Toilettenpapier" (Pb 231), K6: Neutral (9; 18 %), z. B. „neutral" (Pb 230), sowie K2: Gefahr (8; 16 %), z. B. „Tod" (Pb 206), zugeordnet. Die Farbe Weiß scheint aus diesem Grund mehrdeutige Assoziationen sowohl in Richtung Sicherheit als auch hinsichtlich Gefahr zu kennzeichnen.

- Ergebnisse zur Farbe Lila:

  Die meisten Assoziationen der Farbe Lila wurden in K6: Neutral (14; 29 %) kategorisiert, z. B. „keine Assoziation" (Pb 218). Des Weiteren wurden Assoziationen zu Lila den Kategorien K2: Gefahr (11; 23 %), z. B. „gefährlich" (Pb 202), K4: Keine Gefahr (8; 17 %), z. B. „nicht gefährlich" (Pb 207), und K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts (8; 17 %), z. B. „Illusion" (Pb 211), zugeordnet. Darin zeigt sich, dass die Farbe Lila offensichtlich mehrdeutige Assoziationen im Kontext von Gefahr hervorruft.

FA Forschungsfrage 4b

Gibt es innerhalb der Teilstichprobe (hier: KR) einen Zusammenhang zwischen den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange und den gebildeten Auswertungskategorien K1 bis K8, der auf eine Bestätigung der Ampelanalogie hinweist?

Da in Tabelle 22 mehr als 20 Prozent der Zellen einen Wert kleiner oder gleich 5 aufwiesen, konnte für die weitere Auswertung kein X^2-Test auf Unabhängigkeit vorgenommen werden. Um die Übereinstimmung zwischen den Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 dennoch zu untersuchen, wurde Kendall's Konkordanzkoeffizient *W* bestimmt. Es zeigte sich mit $W_{KR}(6; N = 8) = .07$, $p = .774$, dass für die Zuordnung der Farben keine signifikante Übereinstimmung zwischen den Rangplätzen der Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 vorlag. Die Zuordnung der Farben zu den Kategorien unterschied sich demnach.

Korrelationsanalysen nach Spearman für Farbpaare ff'

Obwohl zwischen den Rangplätzen der Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 keine Übereinstimmung vorlag, wurden zur Analyse für alle Farbpaare ff' der Teilstichprobe KR Korrelationskoeffizienten nach Spearman berechnet, mit $df = 6$ und einem Alphaniveau von 5 %. Tabelle 45 im Anhang C - 6 zeigt die Korrelationskoeffizienten und die zugehörigen *p*-Werte. Im Folgenden werden die signifikanten Korrelationen der Farbpaare ff' und das Zusammenhangsmaß Cramer's *V* beschrieben:

- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Weiß und Grün lag in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .83$; $p = .012$ vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Grün und Blau wurde mit Cramer's $V_{KR\ Weiß_Grün} = .93$; $p = .23$ berechnet und ist daher nicht erklärbar.
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Weiß und Blau lag in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .85$; $p = .008$ vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Weiß und Blau konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{KR\ Weiß_Blau} = .95$; $p = .208$.
- Es zeigte sich zwischen den Häufigkeiten der Farben Grün und Blau in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .95$; $p < .001$. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Grün und Blau konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{KR\ Grün_Blau} = 1$; $p = .105$.
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Grün und Lila lag in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .78$; $p = .024$ vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Grün und Lila konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{KR\ Grün_Lila} = 1$; $p = .105$.
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Lila und Blau lag in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .73$; $p = .019$ vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Lila und Blau konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{KR\ Lila_Blau} = .89$; $p = .158$.
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Gelb und Orange lag in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .81$; $p = .015$ vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Gelb und Orange konnte nicht erklärt werden, da mit Cramer's $V_{KR\ Gelb_Orange} = .87$; $p = .224$.
- Die Farbe Rot korrelierte mit keiner anderen Farben signifikant.

Die Ergebnisse zu den Forschungsfragen 4a und 4b in der Teilstichprobe KR bestätigen die Ampelanalogie. Die Konkordanzanalyse nach Kendall ergab keine signifikante Übereinstimmung der Kodierungen der Farben in die Kategorien, d. h. die Zuordnungen der Farben zu den Kategorien unterschieden sich. Die zusätzlich betrachteten Korrelationen führten zu folgender Gefahrenabstufung (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

11.5.5.3 Ergebnisse FA Forschungsfrage 4a und 4b – Assoziationen der Teilstichprobe RU und Überprüfung der Ampelanalogie

FA Forschungsfrage 4a

Was assoziieren die Probanden (hier: der Teilstichprobe RU) mit den betrachteten Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange im Kontext von Gefahr?

Insgesamt wurden von den russischen Probanden 779 Assoziationen genannt. Im Durchschnitt nannte jeder Proband 2.78 Assoziationen pro Farbe. Der Kategorie K0: Keine Angaben wurden keine Assoziationen zugeordnet, d. h. die Probanden nannten zu allen präsentierten Farben Assoziationen. Für die Auswertung wurden die Assoziationen ins Englische übersetzt, aus diesem Grund stehen im Folgenden die Assoziationen in englischer Sprache. Tabelle 23 zeigt die absoluten Häufigkeiten der kodierten Assoziationen in die Kategorien K0 bis K8 geordnet nach den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange.

Tabelle 23

Überblick über die absoluten Häufigkeiten der zugeordneten Assoziationen in den Kategorien K0 bis K8 getrennt nach den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange für die Teilstichprobe RU

	Farbe							
Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**	**Summe Zeile**
K0: Keine Angabe	0	0	0	0	0	0	0	0
K1: Höchste Gefahr	0	0	2	0	0	0	1	3
K2: Gefahr	3	6	56	4	22	7	29	127
K3: Geringe Gefahr	0	1	1	1	6	1	4	14
K4: Keine Gefahr	10	42	5	17	9	15	7	105
K5: Warnung	0	5	17	5	9	4	6	46
K6: Neutral	35	0	1	2	1	5	2	46
K7: Außerhalb Kontext Gefahr	60	66	27	87	63	76	46	425
K8: Hilfsorganisation	8	0	1	1	0	0	3	13
Spaltensumme	116	120	110	117	110	108	98	779

Eine erste Bestätigung der Ampelanalogie zeigte sich bei einer explorativen Sichtung der Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Farben per Augenschein (vgl. Abbildung 37).

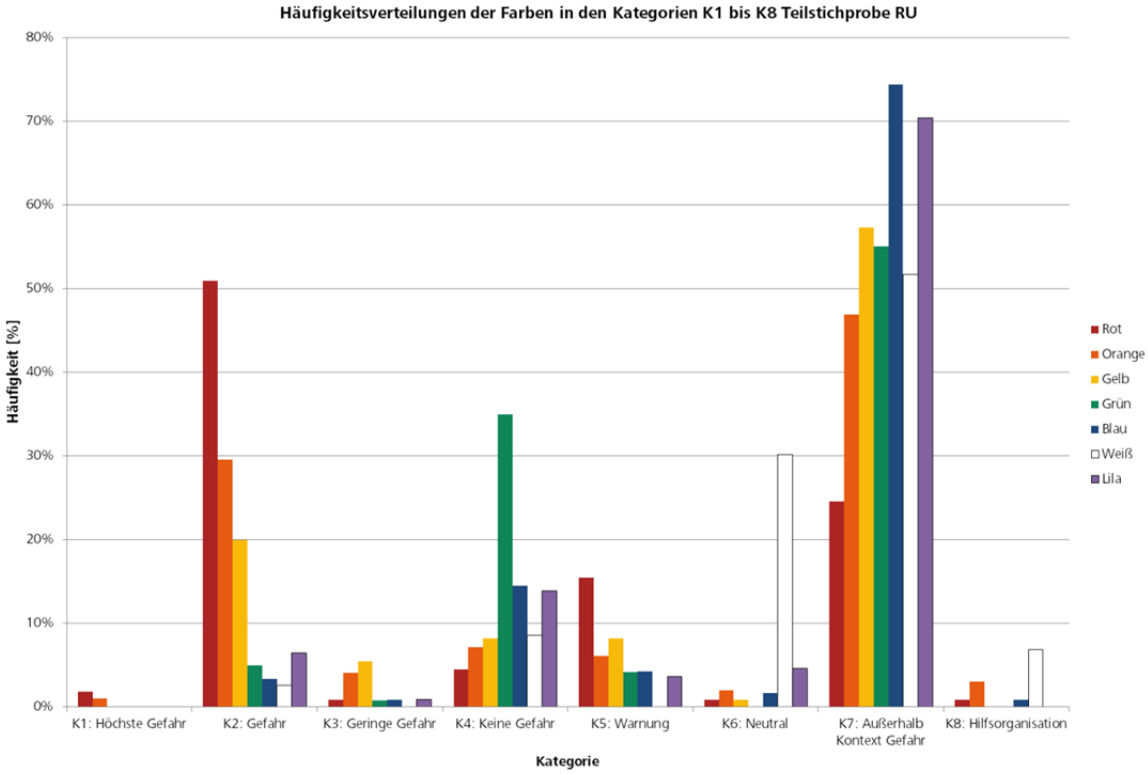


Abbildung 37. Häufigkeitsverteilung der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in der Teilstichprobe RU getrennt nach den Kategorien K0 bis K8.

In der Teilstichprobe RU zeigte sich eine Besonderheit in Bezug auf die Kategorie *K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts*, in die insgesamt 425 Assoziationen kodiert wurden, d. h. rund 55 Prozent aller Assoziationen dieser Teilstichprobe. Um eine differenzierte Beschreibung der Kategorie K7 in der erklärende Auswertung zu ermöglichen, wurden in Anlehnung an Simmons (2011) zusätzlich zu K7 drei Unterkategorien K71, K71 und K73 gebildet. Eine vollständige Beschreibung der Unterkategorien befindet sich im erweiterten Kodierleitfaden RU im Anhang C – 4.3:

Die Unterkategorie *K71: Assoziationen außerhalb des Kontexts/positive* erfasste Assoziationen, die sich im weitesten Sinne auf positive Emotionen oder positive ästhetische Aspekte bezogen, z. B. zur Farbe Orange „good mood“ (Pb 305), zur Farbe Blau „harmony“ (Pb 308), zur Farbe Gelb „warmth“ (Pb 306) und zur Farbe Grün „tranquility“ (Pb 332). Die Unterkategorie *K72: Assoziationen außerhalb des Kontexts/negative* stand im Gegensatz zu K71 und erfasste Assoziationen, die sich im weitesten Sinne auf negative Emotionen oder negative ästhetische Aspekte bezogen, z. B. zur Farbe Orange „unpleasant“ (Pb 340), zur Farbe Orange „anxiety“ (Pb 308), zur Farbe Weiß „tasteless“ (Pb 309) und zur Farbe Rot „unpleasant color“. In die Unterkategorie *K73: Assoziationen außerhalb des Kontexts/Nature* wurden alle Assoziationen zum Thema Natur kodiert, z. B. zur Farbe Lila „flowers“ (Pb 339),

zur Farbe Grün „grass" (Pb 301) und zur Farbe Blau „water" (Pb 305). Die Assoziationen, die nicht in die Unterkategorien kodiert wurden, verblieben in K7, z. B. zur Farbe Weiß „incomplete" (Pn 302) und zur Farbe Gelb „crowd" (Pb 304). Tabelle 24 zeigt die Häufigkeiten der kodierten Assoziationen in die Unterkategorien K7, K71, K72 und K73.

Tabelle 24

Übersicht über die absoluten Häufigkeiten der kodierten Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr in die Unterkategorien K7, K71, K72 und K73 getrennt nach den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange für die Teilstichprobe RU

	Farbe							
Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**	**Summe Zeile**
K7: Außerhalb Kontext Gefahr	31	14	7	28	23	39	17	159
K71: „Positive"	3	13	3	11	4	13	7	54
K72: „Negative"	3	2	6	6	3	6	3	29
K73: „Nature"	23	37	11	42	33	18	19	183
Spaltensumme	60	66	27	87	63	76	46	425

Die Assoziationen der Probanden der Teilstichprobe RU konnten vollständig durch die Auswertungskategorien K0 bis K8 kodiert werden. Im Folgenden werden deskriptiv die auffälligsten Kodierungen der Assoziationen der russischen Probanden zu den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in die Kategorien K1 bis K8 beschrieben[23].

- Ergebnisse zur Farbe Rot:

  Die Farbe Rot wurde am häufigsten von allen Farben in die Kategorie K2: Gefahr (56; 51 %) kodiert, z. B. „color of danger" (Pb 320). Eine Kodierung in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr bzw. in die oben beschriebenen Unterkategorien (insgesamt 27; 25 %) wurde für die Farbe Rot im Vergleich zu den anderen Farben eher selten vorgenommen. Am häufigsten wurden die Assoziationen in die Unterkategorie K73: Nature kodiert, z. B. „roses" (Pb 312). Die Assoziationen zur Farbe Rot wurden ferner in K5: Warnung (17; 15 %) kodiert, z. B. „sign stop" (Pb 304). Die Kodierungen zeigen, dass die Farbe Rot eine Assoziation von Gefahr hervorruft und für die Gestaltung von Warnungen eingesetzt werden kann.
- Ergebnisse zu den Farben Orange und Gelb:

  Die Assoziationen zu den Farben Orange (29; 30 %) und Gelb (22; 20 %) wurden häufig K2: Gefahr zugeordnet, z. B. „fire" (Pb 319; Pb 320) für die Farbe Orange bzw.

[23] Zur Verdeutlichung werden im Folgenden die absoluten Häufigkeiten und die gerundeten relativen Häufigkeiten in Prozent in runden Klammern *( )* wiedergegeben.

Gelb. Beide Farben wurden häufig in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr bzw. in deren Unterkategorien kodiert (Orange insgesamt 46; 47 %; Gelb insgesamt 63; 57 %). Am häufigsten wurden die Assoziationen in die Unterkategorie K73: Nature kodiert, z. B. zur Farbe Orange (19) „oranges" (Pb 328) und zu Gelb (33) „the sun" (Pb 334). Einige Assoziationen zu beiden Farben wurden auch K4: Keine Gefahr zugeordnet, z. B. zur Farbe Orange (7; 7 %) „no danger" (Pb 334) und zu Gelb (9; 8 %) „non-hazardous" (Pb 333). Die Kodierungen zeigen, dass die Farben Orange und Gelb eher mit Gefahr assoziiert werden, aber andere Aspekte der Farbsymbolik, wie z. B. Natur, mit dieser Interpretation interferieren. Zudem zeigt sich, dass die Farbe Orange als gefährlicher eingestuft wird als die Farbe Gelb.

- Ergebnisse zur Farbe Grün:

  Die Farbe Grün wurde am häufigsten in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr bzw. in deren Unterkategorien kodiert (Insgesamt 66; 55 %), davon wurden die meisten Assoziationen in K73: Nature (37; 31 %) kodiert, z. B. „flowers" (Pb 324). Die Assoziationen zur Farbe Grün wurden am häufigsten von allen Farben in die Kategorie K4: Keine Gefahr (42; 35 %) kodiert, z. B. „safe" (Pb 334). Keine Assoziation wurde mit K1: Höchste Gefahr (0) kodiert. Daraus kann geschlossen werden, dass die Farbe Grün für Sicherheit bzw. keine Gefahr steht, obwohl es (wenige) Kodierungen in K2: Gefahr (6; 5 %), z. B. „danger" (Pb 319), und K3: Geringe Gefahr (1; 1 %), z.B. „unpleasant foreboding" (Pb 320) gab.

- Ergebnisse zur Farbe Blau und Lila:

  Die Assoziationen zur Farbe Blau und Lila wurden am häufigsten von allen Farben in die Kategorie K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr bzw. in deren Unterkategorien kodiert (Blau: insgesamt 87; 74 %; Lila: insgesamt 76; 70 %). Die meisten Assoziationen zur Farbe Blau wurden in K73: Nature (42; 36 %) kodiert, z. B. „sky" (Pb 301). Zur Farbe Lila wurden die meisten Assoziationen in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (39; 24 %) kodiert, z. B. „cosmetics" (Pb 330). Weiterhin wurden Assoziationen zu beiden Farben in K4: Keine Gefahr (Blau: insgesamt 17, 15 %; Lila: insgesamt 15; 14 %) kodiert. Die Farben Blau und Lila wurden zwar mit Sicherheit assoziiert, die Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr scheinen jedoch stark mit dieser Interpretation zu interferieren.

- Ergebnisse zur Farbe Weiß:

  Die meisten Assoziationen zur Farbe Weiß wurden in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr bzw. in deren Unterkategorien (60; 52 %) sowie in K6: Neutral (35; 30 %; am häufigsten im Vergleich zu allen anderen Farben) kodiert. Die meisten Asso-

ziationen zur Farbe Weiß wurden in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (31; 27 %) kodiert, z. B. „infinity" (Pb 334). Die Farbe Weiß wurde im Vergleich zu allen anderen Farben am häufigsten mit K8: Hilfsorganisationen (8; 7 %) assoziiert. Die Farbe Weiß lässt sich daher weder Gefahr noch Sicherheit eindeutig zuordnen, sondern wird am ehesten mit Neutralität assoziiert.

FA Forschungsfrage 4b

Gibt es innerhalb der Teilstichprobe (hier: RU) einen Zusammenhang zwischen den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange und den gebildeten Auswertungskategorien K1 bis K8, der auf eine Bestätigung der Ampelanalogie hinweist?

Da in Tabelle 23, mehr als 20 Prozent der Zellen eine Häufigkeit kleiner oder gleich 5 aufwiesen, konnte für die weitere Auswertung kein X^2-Test auf Unabhängigkeit angewendet werden. Um die Übereinstimmung zwischen den Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 dennoch zu untersuchen, wurde Kendall's Konkordanzkoeffizient *W* bestimmt. Es zeigte sich mit W_{RU} (6; N = 8) = .05, p = .892, dass für die Zuordnung der Farben keine signifikante Übereinstimmung zwischen den Rangplätzen der Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 vorlag. Die Zuordnung der Farben zu den Kategorien unterschied sich demnach.

Korrelationsanalysen nach Spearman für Farbpaare ff'

Obwohl zwischen den Rangplätzen der Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 keine Übereinstimmung vorlag, wurden zur Analyse für alle Farbpaare ff' der Teilstichprobe RU Korrelationskoeffizienten nach Spearman berechnet, mit df = 6 und einem Alphaniveau von 5 %. Tabelle 46 im Anhang C – 6 zeigt die Korrelationskoeffizienten und die zugehörigen *p*-Werte. Im Folgenden werden die signifikanten Korrelationen der Farbpaare ff' und das Zusammenhangsmaß Cramer's *V* beschrieben:

- Es zeigte sich zwischen den Häufigkeiten der Farben Grün und Blau in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit r = .88; p = .004. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Grün und Blau konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Grün_Blau}$ = .93; p = .255.
- Die Korrelationen zwischen den Farbpaaren Grün-Rot, Grün-Gelb und Grün-Orange wurden signifikant. Für Grün-Rot lag ein starker signifikanter, positiver Zusammenhang mit r = .78; p = .024 vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Grün und Rot konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Grün_Rot}$ = .91; p = .134. Für Grün-Gelb lag ein sehr starker

signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .94$; $p = .001$ vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Grün und Gelb konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Grün_Gelb} = .89$; $p = .158$.

Für das Farbpaar Grün-Orange lag ein sehr starker signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .95$; $p < .001$ vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Grün und Blau konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Grün_Orange} = 1$; $p = .258$.

- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Grün und Lila lag in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .86$; $p = .006$ vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Grün und Lila konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Grün_Lila} = 1$; $p = .105$.
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Rot und Gelb lag in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .83$; $p = .011$ vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Rot und Gelb konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Rot_Gelb} = .82$; $p = .373$. Des Weiteren zeigte sich zwischen den Häufigkeiten der Farben Rot und Orange in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .78$; $p = .022$. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Rot und Orange konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Rot_Orange} = 1$; $p = .258$.
- Es zeigte sich zwischen den Häufigkeiten der Farben Blau und Gelb in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .87$; $p = .005$. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Blau und Gelb konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Blau_Gelb} = .92$; $p = .281$.
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Blau und Orange wurde in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .85$; $p = .007$ berechnet. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Blau und Orange konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Blau_Orange} = 1$; $p = .243$. Ebenso zeigte sich zwischen den Häufigkeiten der Farben Blau und Lila in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .91$; $p = .002$. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Blau und Lila konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Blau_Lila} = .94$; $p = .227$.
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Gelb und Lila lag in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .87$; $p = .005$ vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Gelb und Lila

konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Gelb_Lila} = 1$; $p = .105$. Des Weiteren zeigte sich zwischen den Häufigkeiten der Farben Gelb und Orange in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .95$; $p < .001$. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Gelb und Orange konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Gelb_Orange} = 1$; $p = .258$.

- Es zeigte sich zwischen den Häufigkeiten der Farben Lila und Orange in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .81$; $p = .014$. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Lila und Orange konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{RU\ Lila_Orange} = 1$; $p = .243$.
- Die Farbe Weiß korrelierte mit keiner anderen Farbe signifikant.

Die Ergebnisse zu den Forschungsfragen 4a und 4b in der Teilstichprobe RU bestätigen die Ampelanalogie. Die Konkordanzanalyse nach Kendall ergab keine signifikante Übereinstimmung der Kodierungen der Farben in die Kategorien K1 bis K8, d. h. die Zuordnungen der Farben in die Kategorien unterschieden sich. Die zusätzlich betrachteten Korrelationen führten zu folgender Gefahrenabstufung (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Weiß (neutrale Mitte) – Lila/Blau – Grün

11.5.5.4 Ergebnisse FA Forschungsfrage 4a und 4b – Assoziationen der Teilstichprobe US und Überprüfung der Ampelanalogie

Forschungsfrage 4a

Was assoziieren die Probanden (hier: der Teilstichprobe US) mit den betrachteten Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange im Kontext von Gefahr?

Insgesamt wurden in der Teilstichprobe US 802 Assoziationen genannt. Im Durchschnitt nannte jeder Proband 1.49 Assoziationen pro Farbe. Der Kategorie K0: Keine Angaben wurden keine Assoziationen zugeordnet, d. h. die Probanden nannten zu allen präsentierten Farben Assoziationen. Tabelle 25 zeigt die absoluten Häufigkeiten der kodierten Assoziationen in die Kategorien K0 bis K8 geordnet nach den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange.

Tabelle 25

Überblick über die absoluten Häufigkeiten der kodierten Assoziationen in den Kategorien K0 bis K8 getrennt nach den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange für die Teilstichprobe US

	Farbe							
Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**	**Summe Zeile**
K0: Keine Angabe	0	0	0	0	0	0	0	0
K1: Höchste Gefahr	1	0	29	0	0	0	5	35
K2: Gefahr	8	11	75	16	58	17	56	241
K3: Geringe Gefahr	2	8	0	8	17	15	10	60
K4: Keine Gefahr	48	69	0	38	1	33	2	191
K5: Warnung	8	8	20	6	27	4	27	100
K6: Neutral	18	4	0	9	2	15	0	48
K7: Außerhalb Kontext Gefahr	18	21	12	25	11	19	12	118
K8: Hilfsorganisation	1	0	4	4	0	0	0	9
Spaltensumme	104	121	140	106	116	103	112	802

Eine erste Bestätigung der Ampelanalogie zeigte sich bei einer explorativen Sichtung der Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Farben per Augenschein (vgl. Abbildung 38).

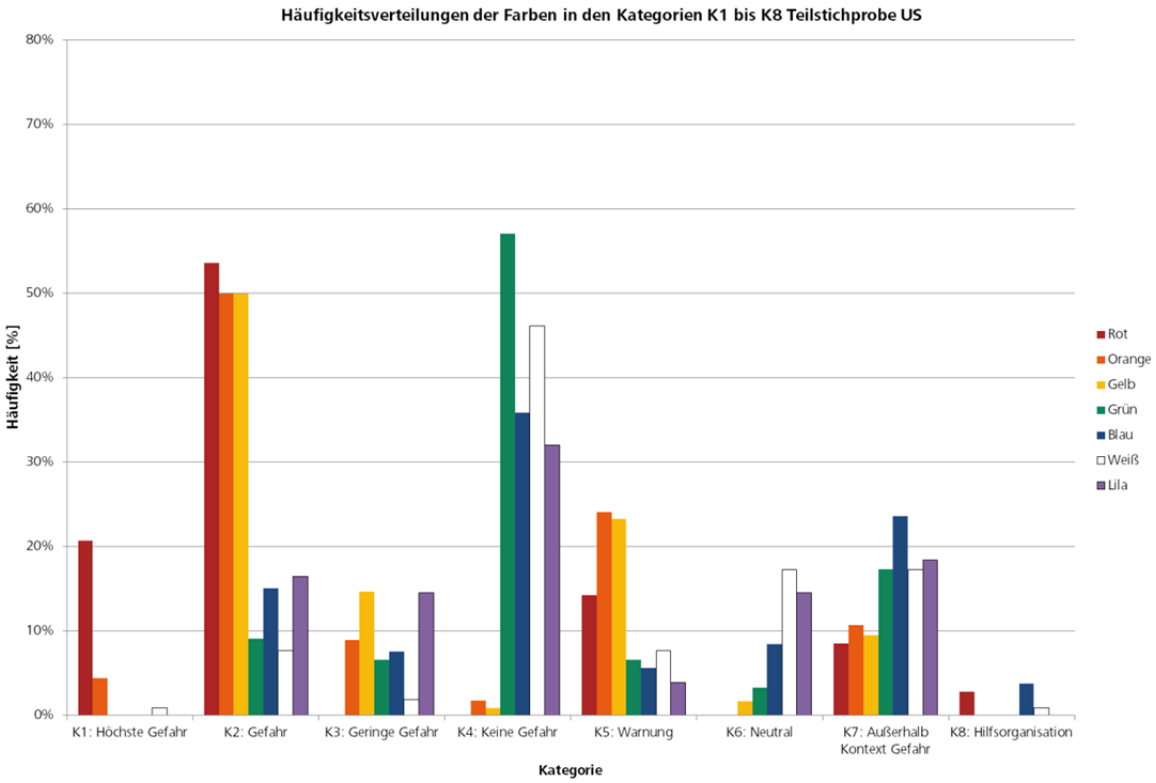


Abbildung 38. Häufigkeitsverteilung der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in der Teilstichprobe US getrennt nach den Kategorien K0 bis K8.

Die Assoziationen der Probanden der Teilstichprobe US konnten vollständig durch die Auswertungskategorien K0 bis K8 kodiert werden. Im Folgenden werden deskriptiv die auffälligsten Kodierungen der Assoziationen der Probanden zu den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in die Kategorien K1 bis K8 beschrieben[24]:

- Ergebnisse zur Farbe Rot:

  Die Assoziationen zur Farbe Rot wurden im Vergleich zu allen anderen Farben am häufigsten in die Kategorien K1: Höchste Gefahr (29; 21 %), z. B. „very rous“ (Pb 414), und in Kategorie K2: Gefahr (75; 54 %), z. B. „Fire“ (Pb 474), kodiert. Ferner wurden sie in K5: Warnung (20; 14 %) kodiert, z. B. „sign stop“ (Pb 476). Die Kodierungen zeigen, dass die Farbe Rot für höchste Gefahr steht und für die Kennzeichnung von Gefahr und die Gestaltung von Warnungen eingesetzt werden kann.
- Ergebnisse zu den Farben Orange und Gelb:

  Die Assoziationen zu den Farben Orange und Gelb wurden häufig K2: Gefahr zugeordnet, bei der Farbe Orange (56; 50 %), z. B. „Fire (Pb 405), bei Gelb (58; 50 %) z. B. „caution“ (Pb 419). Zudem zeigte sich, dass die Farbe Orange als etwas gefährlicher

[24] Zur Verdeutlichung werden im Folgenden die absoluten Häufigkeiten und die gerundeten relativen Häufigkeiten in Prozent in runden Klammern *( )* wiedergegeben.

eingestuft wurde als die Farbe Gelb. Dies zeigte sich zum einen aufgrund der Kodierungen in die Kategorien K1: Höchste Gefahr, da Assoziationen zur Farbe Orange (5; 4 %), z. B. „very dangerous" (Pb 401), häufiger als solche zur Farbe Gelb (0) als sehr gefährlich kodiert wurden. Zum anderen wird dies aufgrund von Kodierungen in die Kategorie K3: Geringe Gefahr deutlich, da die Assoziationen zur Farbe Gelb (17; 15 %) etwas häufiger als die zur Farbe Orange (10; 9 %) als wenig gefährlich kodiert oder auch entsprechend von den Probanden abgrenzt wurden, z. B. die Assoziationen von Pb 424 zur Farbe Gelb als „little-middle threat level" und zur Farbe Orange als „more severe than yellow on threat level". Die Kodierungen in K5: Warnung zeigten zudem, dass die Farben Orange (27; 24 %), z. B. „caution sign" (Pb 438) und Gelb (27; 23 %), z. B. „pedestrian sign" (Pb 482) für die Gestaltung von Warnungen eingesetzt werden können.

- Ergebnisse zur Farbe Grün:

  Die Assoziationen zur Farbe Grün wurden am häufigsten von allen Farben in die Kategorie K4: Keine Gefahr (69; 57 %) kodiert, z. B. „safe" (Pb 407). Die Farbe Grün wurden zu dem häufig in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (21; 17 %) kodiert, z. B. „earth" (Pb 411). Keine Assoziation wurde in K1: Höchste Gefahr (0) kodiert. Daraus kann geschlossen werden, dass die Farbe Grün für Sicherheit bzw. keine Gefahr steht, obwohl es Kodierungen in K2: Gefahr (11; 9 %), die sich auf Gesundheitsgefährdungen bezogen, z. B. „bio-hazard" (Pb 423), und in K3: Geringe Gefahr (8; 7 %), z. B. „little danger" (Pb 471) gab.
- Ergebnisse zur Farbe Blau:

  Die meisten Assoziationen zur Farbe Blau wurden mit K4: Keine Gefahr (38; 36 %) kodiert, z. B. „safe" (Pb 408), gefolgt von K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (25; 24 %; höchster Wert im Vergleich zu den anderen Farben), z. B. „ocean" (Pb 428) und K2: Gefahr (16; 15 %), z. B. „moderate danger" (Pb 496). Die Werte in K4 und gleichzeitig in K2 und K7 zeigen, dass offensichtlich weitere Aspekte, z. B. Farbsymbolik, mit der Farbe Blau im Kontext von Gefahr interferieren. Die Farbe Blau wurde am ehesten von allen Farben mit K8: Hilfsorganisationen verbunden (4; 4 %) z. B. „police lights" (Pb 446). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Farbe Blau mehrdeutige Assoziationen im Kontext von Gefahr hervorruft, jedoch mit einer Tendenz zu Sicherheit.
- Ergebnisse zur Farbe Weiß:

  Die meisten Assoziationen zur Farbe Weiß wurden K4: Keine Gefahr (48; 46 %) zugeordnet, z. B. „not dangerous at all" (Pb 464). Nur eine Assoziation wurde mit K1:

Höchste Gefahr (1; 1 %) kodiert: „death" (Pb 429). Grundsätzlich erscheint die Farbe Weiß als nicht geeignet, eine Gefahr darzustellen. Dies wird zusätzlich bestätigt durch die Kodierungen in die Kategorien K6: Neutral (18; 17 % häufigster Wert im Vergleich zu allen anderen Farben), z. B. „blank, nothing" (Pb 447) und in K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (18; 17 %), z. B. „polar bear" (Pb 438). Mit der Farbe Weiß wurde demnach eher Sicherheit bzw. keine Gefahr assoziiert, jedoch mit einer Tendenz zu neutral und weiteren interferierenden Aspekten aus der Farbsymbolik.

- Ergebnisse zur Farbe Lila:

  Die meisten Assoziationen zur Farbe Lila wurden in K4: Keine Gefahr (33; 32 %) kodiert, z. B. „safe" (Pb 437), gefolgt von K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr (19; 18 %), z. B. „royalty" (Pb 436). Des Weiteren wurden die Assoziationen in K2: Gefahr (17; 17 %), z. B. „gas danger" (Pb 442), in K3: Geringe Gefahr (15; 15 %), z. B. „form of danger mild" (Pb 475) sowie in K6: Neutral, z. B. „ambiguity" (Pb 410), kodiert. Keine Assoziation wurde mit K1: Höchste Gefahr (0) kodiert. Daraus lässt sich ableiten, dass die Farbe Lila offensichtlich mehrdeutige Assoziationen im Kontext von Gefahr hervorruft und nicht eindeutig Sicherheit oder Gefahr zugeordnet werden kann. Die Farben Lila und Blau rufen ähnliche mentale Modelle hervor, die Farbe Blau erzeugt etwas sicherere Assoziationen als Lila.

FA Forschungsfrage 4b

Gibt es innerhalb der Teilstichprobe (hier: US) einen Zusammenhang zwischen den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange und den gebildeten Auswertungskategorien K1 bis K8, der auf eine Bestätigung der Ampelanalogie hinweist?

Da in Tabelle 25 mehr als 20 Prozent der Zellen eine Häufigkeit kleiner oder gleich 5 aufwiesen, konnte für die weitere Auswertung kein X^2-Test auf Unabhängigkeit angewendet werden. Um die Übereinstimmung zwischen den Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 dennoch zu untersuchen, wurde Kendall's Konkordanzkoeffizient *W* bestimmt. Es zeigte sich mit W_{US} (6; N = 8) = .01, p = .999, dass für die Zuordnung der Farben keine signifikante Übereinstimmung zwischen den Rangplätzen der Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 vorlag. Die Zuordnung der Farben in die Kategorien unterschied sich demnach.

Korrelationsanalysen nach Spearman für Farbpaare ff'

Obwohl zwischen den Rangplätzen der Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 keine Übereinstimmung vorlag, wurden zur Analyse für alle Farbpaare ff' der Teilstichprobe US Korrelationskoeffizienten nach Spearman berechnet, mit df = 6 und einem Alphaniveau von

5 %. Tabelle 47 im Anhang C – 6 zeigt die Korrelationskoeffizienten und die zugehörigen *p*-Werte. Im Folgenden werden die signifikanten Korrelationen der Farbpaare ff' und das Zusammenhangsmaß Cramer's *V* beschrieben:

- Es zeigte sich zwischen den Häufigkeiten der Farben Weiß und Grün in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, positiver Zusammenhang mit $r = .79$; $p = .019$. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Weiß und Grün konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{US\ Weiß_Grün} = .9$; $p = .166$.
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Weiß und Blau lag in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, starker positiver Zusammenhang mit $r = .9$; $p = .003$ vor. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Weiß und Blau konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{US\ Weiß_Blau} = 1$; $p = .275$.
- Des Weiteren zeigte sich ein signifikanter,starker positiver Zusammenhang zwischen den Farben Weiß und Lila mit $r = .87$; $p = .006$. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Weiß und Lila konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{US\ Weiß_Lila} = .9$; $p = .166$.
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Grün und Blau zeigte sich in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, starker positiver Zusammenhang mit $r = .92$; $p = .001$. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Grün und Blau konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{US\ Grün_Blau} = 1$; $p = .258$.
- Zwischen den Farben Grün und Lila zeigte sich ein signifikanter,starker positiver Zusammenhang mit $r = .95$; $p < .001$. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Grün und Lila konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{US\ Grün_Lila} = .92$; $p = .108$.
- Zwischen den Häufigkeiten der Farben Blau und Lila zeigte sich in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 ein signifikanter, starker positiver Zusammenhang mit $r = .99$; $p < .001$. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Blau und Lila konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{US\ Blau_Lila} = 1$; $p = .258$.
- Des Weiteren zeigte sich ein signifikanter,starker positiver Zusammenhang zwischen den Farben Gelb und Orange mit $r = .83$; $p = .012$. Die Stärke des symmetrischen Zusammenhangs zwischen den Farben Gelb und Orange konnte nicht erklärt werden, da Cramer's $V_{US\ Gelb_Orange} = .94$; $p = .227$.
- Die Farbe Rot korrelierte mit keiner anderen Farben signifikant.

Die Ergebnisse zu den Forschungsfragen 4a und 4b in der Teilstichprobe US bestätigen die Ampelanalogie. Die Konkordanzanalyse nach Kendall ergab keine signifikante

Übereinstimmung der Kodierungen der Farben in die Kategorien, d. h. die Zuordnungen der Farben zu den Kategorien unterschieden sich. Die zusätzlich betrachteten Korrelationen führten zu folgender Gefahrenabstufung (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

11.5.6 Ergebnisse FA Forschungsfrage 5 – Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den Assoziationen der Teilstichproben

Mit Forschungsfrage 5 wurde zwischen den Teilstichproben DE, KR, RU und US vor allem das Assoziationsprinzip Ähnlichkeit in Bezug auf vorliegende mentale Modelle untersucht (Mazur, 2004; Norman, 1988). Dazu wurde folgende Forschungsfrage formuliert:

FA Forschungsfrage 5

Welche Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede zeigen sich zwischen den Teilstichproben in Bezug auf die Assoziationen zu den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange und den Ampel-Kategorien K1 bis K4?

Um für Forschungsfrage 5 vergleichende Analysen zwischen den Teilstichproben zu ermöglichen, wurden die absoluten Häufigkeiten der Tabellen 21, 22, 23 und 25 für jede Teilstichprobe normiert. Dafür wurden die Daten nach Teilstichproben getrennt. Zusätzlich wurden Teiltafeln erstellt, die die Daten zu den Farben und den deduktiv gebildeten Ampel-Kategorien K1 bis K4 beinhalteten. Die sogenannten *Trefferindices* TIF_{f4} wurden für jede Farbe in Bezug auf Kategorie 1 bis 4 berechnet durch

$TIF_{f4} = x_{fK} / \Sigma z_f$

mit x_{fk} = Zellwert der Spalte f_i (Farbe) und der Zeile K_j (Kategorie 1 bis 4);

Σz_f = Spaltensumme der Spalte f_i (Spaltensumme Farbe).

Die Tabellen mit den berechneten Trefferindices TIF_{f4} für jede Teilstichproben befinden sich in C - 7. Um die Darstellung des Zusammenhangs zwischen den Kategorien K1 bis K8 und den einzelnen Farben in den verwendeten Abbildungen 39 bis 45 *(*Spinnennetz-Darstellungen*)* zu erleichtern, wurde eine Umformung der Trefferindices TIF_{f4} vorgenommen: $U\text{-}TIF_{f4} = 1\text{-}\ TIF_{f4}$. In den Abbildungen werden deshalb *höhere Werte als näher am Mittelpunkt* dargestellt, d. h. je *öfter Assoziationen* einer Farbe mit einer bestimmten Kategorie in Verbindung gebracht wurden, *desto näher liegt der Wert am Mittelpunkt* des Spinnennetzes.

Im Folgenden werden die Daten zu den Kategorien K1 bis K4 der Teilstichproben DE, KR, RU und US für die betrachteten Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange vergleichend deskriptiv dargestellt.

11.5.6.1 Ergebnisse FA Forschungsfrage 5 – Farbe Grün

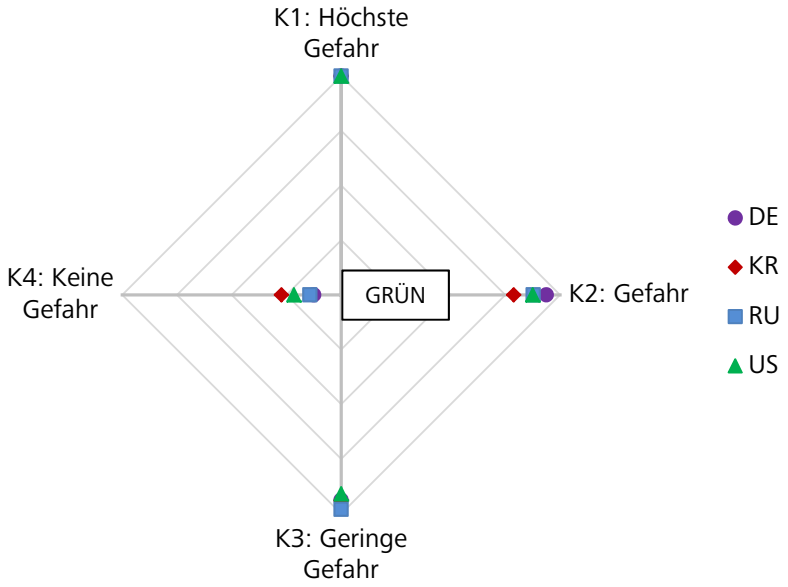


Abbildung 39. Verteilung der umgeformten Trefferindices U-TIF$_{G4}$ für die Farbe Grün über die Ampel-Kategorien K1 bis K4 getrennt nach Teilstichproben DE, KR, RU und US.

Aus den Assoziationen bzw. der Kodierung der Assoziationen der Probanden der Teilstichproben DE, KR, RU und US in die Ampel-Kategorien K1 bis K4 wurden für die Farbe Grün folgende Schlussfolgerungen abgeleitet:

- Die Verteilung der Assoziationen war über alle Stichproben hinweg sehr ähnlich.
- Die Farbe Grün wurde insbesondere mit K4: Keine Gefahr assoziiert.
- Auch der Kategorie K2: Gefahr wurden Assoziationen zugeordnet. In den Teilstichproben DE, RU und US wurde die Farbe wenig und in der Teilstichprobe KR etwas öfter mit Gefahr assoziiert. Dies ist unter anderem auf die Kodierung von Assoziationen zu Gesundheitsgefährdungen wie „poison“ (Pbn 317; 419) oder „Verkehrsunfall“ (Pb 212) zurückführen.

Die Farbe Grün wurde im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben mit *keiner Gefahr* assoziiert. Die Farbe Grün repräsentiert somit Sicherheit.

11.5.6.2 Ergebnisse FA Forschungsfrage 5 – Farbe Gelb

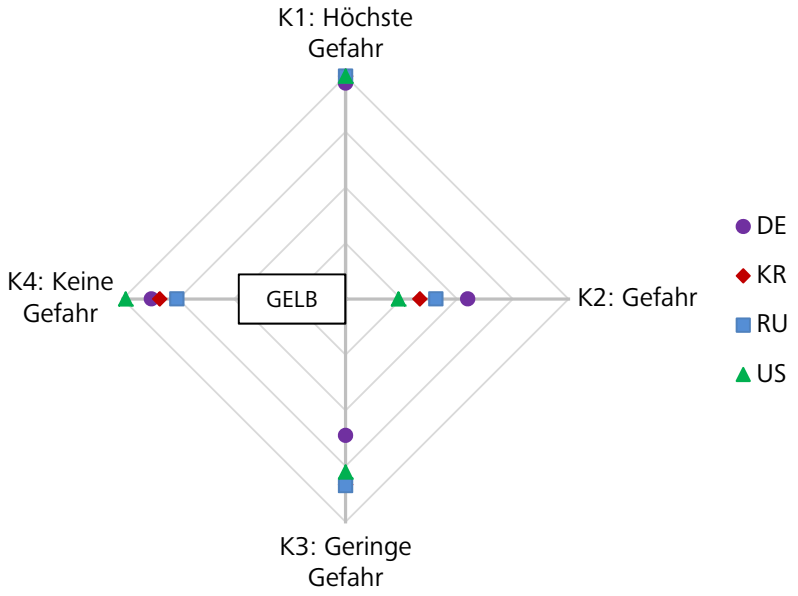


Abbildung 40. Verteilung der umgeformten Trefferindices U-TIF$_{Ge4}$ für die Farbe Gelb über die Ampel-Kategorien K1 bis K4 getrennt nach Teilstichproben DE, KR, RU und US.

Aus den Assoziationen bzw. der Kodierung der Assoziationen der Probanden der Teilstichproben DE, KR, RU und US in die Ampel-Kategorien K1 bis K4 wurden für die Farbe Gelb folgende Schlussfolgerungen abgeleitet:

- Die Verteilungen der Assoziationen zeigte über alle Teilstichproben eine ähnliche Tendenz mit den Abstufungen von Gefahr (K2) über geringe Gefahr (K3) bis keine Gefahr (K4).
- In der Teilstichprobe DE wurde die Farbe Gelb eher mit geringer Gefahr (K3) assoziiert, in den anderen Teilstichproben eher mit Gefahr (K2).
- Die Farbe Gelb wurde in allen Teilstichproben nicht mit der Kategorie K1: Höchste Gefahr assoziiert.
- Insbesondere in der Teilstichprobe RU wurden Assoziationen in K4: Keine Gefahr kodiert, z. B. „safety“ (Pb 335) und „non-dangerous“ (Pb 337).

Die Farbe Gelb wurde im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben vor allem mit Gefahr bzw. geringer Gefahr assoziiert. Es wurde aber auch keine Gefahr mit der Farbe Gelb in Verbindung gebracht.

11.5.6.3 Ergebnisse FA Forschungsfrage 5 – Farbe Orange

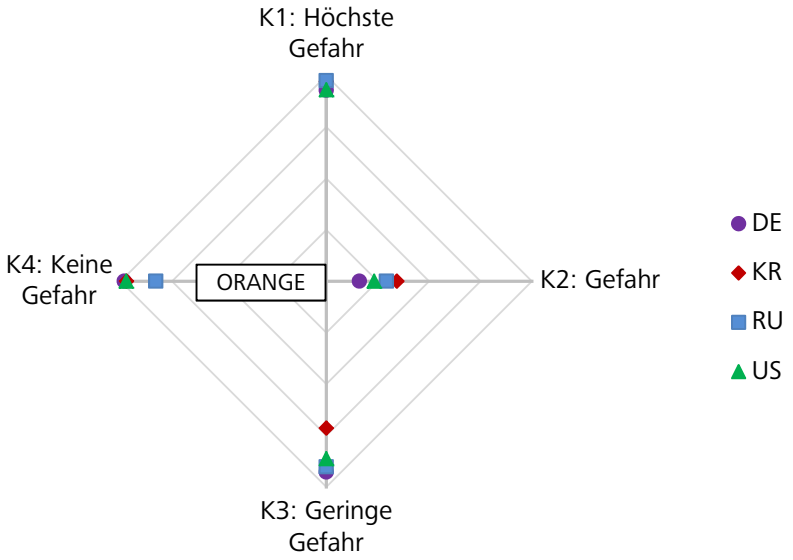


Abbildung 41. Verteilung der umgeformten Trefferindices U-TIF$_{O4}$ für die Farbe Orange über die Ampel-Kategorien K1 bis K4 getrennt nach Teilstichproben DE, KR, RU und US.

Aus den Assoziationen bzw. der Kodierung der Assoziationen der Probanden der Teilstichproben DE, KR, RU und US in die Ampel-Kategorien K1 bis K4 wurden für die Farbe Orange folgende Schlussfolgerungen abgeleitet:

- Die Verteilung der Assoziationen zeigte über alle Teilstichproben eine ähnliche Tendenz.
- Die Ergebnisse zeigen, dass die Farbe Orange in allen Teilstichproben vor allem mit Kategorie K2: Gefahr assoziiert wurde. In der Teilstichprobe KR wurde die Farbe Orange etwas öfter mit K3: Geringe Gefahr assoziiert.
- In der Teilstichprobe RU wurde die Farbe Orange am ehensten mit K4: Keine Gefahr assoziiert, z. B. „no danger“ (Pb 322; 334), assoziiert.
- In allen Teilstichproben wurde die Farbe Orange als gefährlicher als Gelb betrachtet, z. B. „gefährlicher als Gelb“ (Pb 202), „somewhere between yellow and red“ (Pb 329), „bisschen mehr Gefahr als Gelb“ (Pb 548) und „more severe than yellow on threat level“ (Pb 424).

Die Farbe Orange wurde im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben mit Gefahr assoziiert. In allen Teilstichproben wurde die Farbe Orange als gefährlicher als Gelb erachtet.

11.5.6.4 Ergebnisse FA Forschungsfrage 5 – Farbe Rot

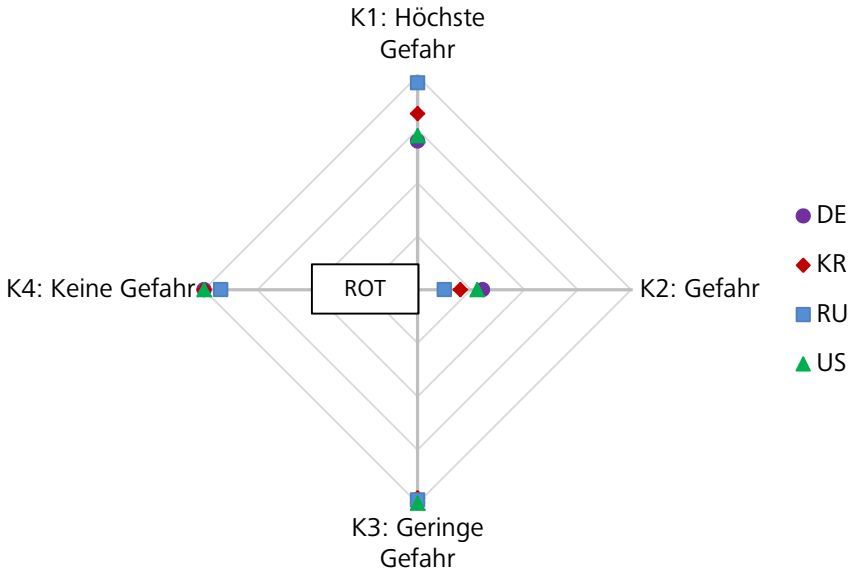


Abbildung 42. Verteilung der umgeformten Trefferindices U-TIF$_{R4}$ für die Farbe Rot über die Ampel-Kategorien K1 bis K4 getrennt nach Teilstichproben DE, KR, RU und US.

Aus den Assoziationen bzw. der Kodierung der Assoziationen der Probanden der Teilstichproben DE, KR, RU und US in die Ampel-Kategorien K1 bis K4 wurden für die Farbe Rot folgende Schlussfolgerungen abgeleitet:

- Die Verteilung der Assoziationen war über alle Stichproben hinweg ähnlich.
- Die Farbe Rot wurde übergreifend besonders mit der Kategorie K2: Gefahr und mit K1: Höchste Gefahr assoziiert.
- In der Teilstichprobe RU wurden auch Assoziationen in K4: Keine Gefahr genannt, z. B. „not worrying“ (Pbn 327; 339).

Die Farbe Rot wurde im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben mit Gefahr oder auch höchster Gefahr assoziiert.

11.5.6.5 Ergebnisse FA Forschungsfrage 5 – Farbe Blau

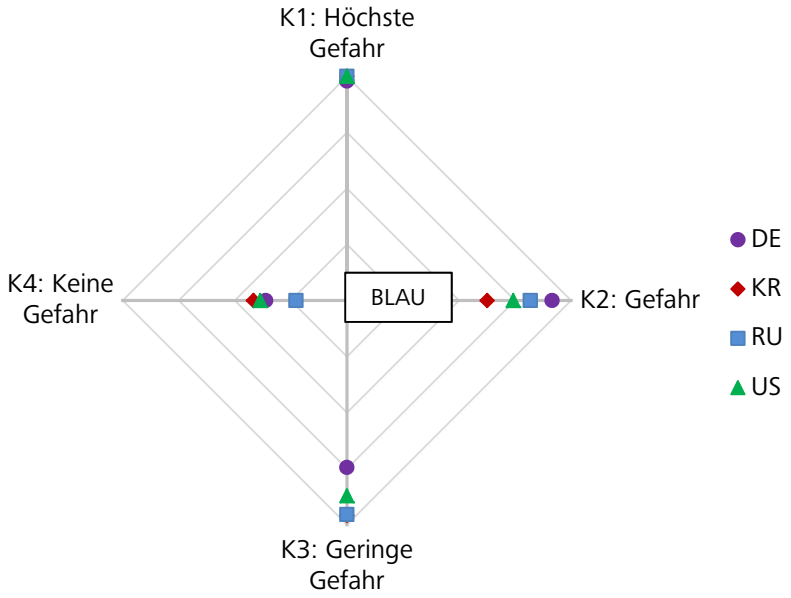


Abbildung 43. Verteilung der umgeformten Trefferindices U-TIF$_{B4}$ für die Farbe Blau über die Ampel-Kategorien K1 bis K4 getrennt nach Teilstichproben DE, KR, RU und US.

Aus den Assoziationen bzw. der Kodierung der Assoziationen der Probanden der Teilstichproben DE, KR, RU und US in die Ampel-Kategorien K1 bis K4 wurden für die Farbe Blau folgende Schlussfolgerungen abgeleitet:

- Die Verteilung der Assoziationen über alle Teilstichproben hinweg war unterschiedlich.
- Für die Farbe Blau zeigten sich des Weiteren mehrdeutige Verteilungen in Bezug auf die Assoziationen.
- Das mehrdeutige Bild zeigte sich insbesondere darin, dass Assoziationen sowohl K2: Gefahr als auch K3: Geringe Gefahr sowie K4: Keine Gefahr zugeordnet wurden.
- Keine Teilstichprobe assoziierte mit der Farbe Blau höchste Gefahr (K1).

Die Farbe Blau erzeugte im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben mehrdeutige Assoziationen, unter anderem keine Gefahr, geringe Gefahr und Gefahr.

11.5.6.6 Ergebnisse FA Forschungsfrage 5 – Farbe Weiß

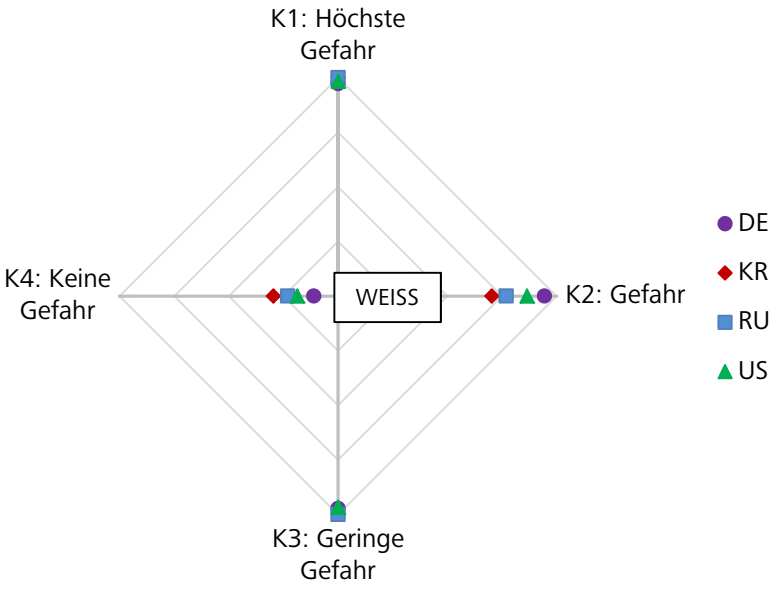


Abbildung 44. Verteilungen der umgeformten Trefferindices U-TIF$_{W4}$ für die Farbe Weiß über die Ampel- Kategorien K1 bis K4 getrennt nach Teilstichproben DE, KR, RU und US.

Aus den Assoziationen bzw. der Kodierung der Assoziationen der Probanden der Teilstichproben DE, KR, RU und US in die Ampel-Kategorien K1 bis K4 wurden für die Farbe Weiß folgende Schlussfolgerungen abgeleitet:

- Die Verteilung der Assoziationen war über alle Teilstichproben hinweg ähnlich, Unterschiede zeigten sich jedoch in den Kategorien K2 und K4.
- Die Farbe Weiß wurde von allen Teilstichproben mit K4: Keine Gefahr assoziiert, am öftesten von der Teilstichprobe DE.
- Die Ergebnisse zeigen, dass die Farbe Weiß über alle Teilstichproben hinweg nicht mit den Kategorien K1: Höchste Gefahr und K3: Geringe Gefahr assoziiert wurde.
- In Bezug auf die Kategorie K2: Gefahr zeigte sich eine uneinheitliche Verteilung. In den Teilstichproben DE und US wurde die Farbe sehr selten, in den Teilstichproben KR und RU etwas öfter mit Gefahr assoziiert. Dies lässt sich unter anderem auf die Kodierung von Assoziationen wie „Tod“ (Pb 206) oder „uncertainty“ (Pb 325) zurückführen.

Die Farbe Weiß wurde im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben am ehesten mit keiner Gefahr assoziiert. Dennoch rief sie auch Assoziationen mit Bezug zu einer Gefahr hervor.

11.5.6.7 Ergebnisse FA Forschungsfrage 5 – Farbe Lila

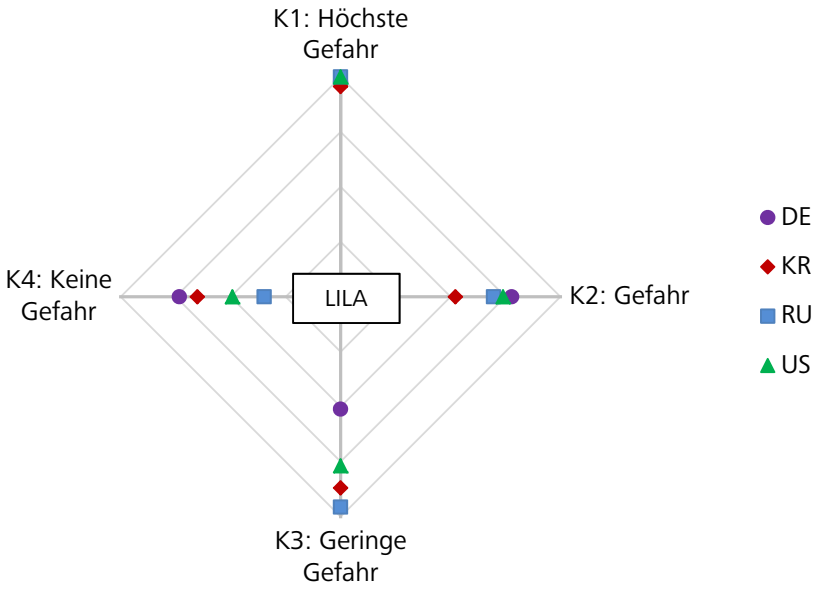


Abbildung 45. Verteilung der umgeformten Trefferindices U-TIF$_{L4}$ für die Farbe Lila über die Ampel-Kategorien K1 bis K4 getrennt nach Teilstichproben DE, KR, RU und US.

Aus den Assoziationen bzw. der Kodierung der Assoziationen der Probanden der Teilstichproben DE, KR, RU und US in die Ampel-Kategorien K1 bis K4 wurden für die Farbe Lila folgende Schlussfolgerungen abgeleitet:

- Für die Farbe Lila zeigte sich insgesamt ein mehrdeutiges Bild.
- Dies wurde insbesondere in den Assoziationen zur Farbe Lila in den Kategorien K3: Geringe Gefahr, K2: Gefahr sowie K4: Keine Gefahr deutlich. Dennoch zeigten sich Unterschiede in den Ausprägungen, z. B. wurde in der Teilstichprobe RU die Farbe Lila mit keiner Gefahr, in der Teilstichprobe KR mit Gefahr und in der Teilstichprobe DE mit geringer Gefahr assoziiert. In der Teilstichprobe US stand die Farbe Lila eher für keine Gefahr.
- Die allen Teilstichproben wurde die Farbe Lila nicht mit der Kategorie K1: Höchste Gefahr assoziiert.

Die Farbe Lila ergab im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben mehrdeutige Assoziationen, die sich jedoch in ihrer Tendenz unterschieden, unter anderem geringe Gefahr, Gefahr und keine Gefahr.

11.6 Diskussion Freie Assoziation

11.6.1 Diskussion der FA Forschungsfrage 1

In FA Forschungsfrage 1 wurden die Assoziationen der Probanden zu den betrachteten Farben im Kontext von Gefahr anhand einer strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse kategorisiert. Auf dieser Basis wurde ein Kategoriensystem entwickelt. Die Assoziationen der Probanden zu den verwendeten Farben ließen sich im Kontext von Gefahr durch acht inhaltliche Kategorien beschreiben. Die Kategorien K1 bis K4 wurden deduktiv in Anlehnung an die Ampelanalogie (vgl. Abschnitt 8) und an die Funktionen der betrachteten Farben gebildet (vgl. Abschnitt 6). Die Kategorien K1 bis K4 stellen somit eine Abstufung von Gefahr dar:

- K1: Höchste Gefahr
- K2: Mittlere Gefahr
- K3: Geringe Gefahr
- K4: Keine Gefahr

Die deduktiv festgelegte *Kategorie K0: Keine Angaben* erfasste die Fälle, in denen Probanden gar keine Angaben zu einer Farbe machen, d. h. schwiegen. K0 wurde der Vollständigkeit halber eingeführt, es zeigte sich jedoch in der Auswertung, dass keine Angabe dieser Kategorie zugeordnet werden musste.

In der Auswertung ließen sich erwartungsgemäß mehr als die Hälfte der Assoziationen (55 Prozent) durch die Kategorien K1 bis K4 kodieren. In den wiederholten formativen Durchgängen der Kodierungen der Assoziationen in die Kategorien zeigte sich jedoch, dass die deduktiv gebildeten Kategorien K1 bis K4 keine vollständige Kodierung der Assoziationen erlaubten. Aus diesem Grund wurden induktiv die Kategorien K5 bis K8 gebildet:

- K5: Assoziation Warnung/Kennzeichnung
- K6: Keine Assoziation/Neutralität
- K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr
- K8: Assoziationen zu Hilfsorganisationen

Diese Kategorien können anhand der Funktionen und Wirkungen der Farben sowie durch den Kontext von Gefahr begründet werden (vgl. Abschnitt 6 und 7).

Für die Entwicklung der Kodierleitfäden wurden zunächst die Assoziationen der deutschen Teilstichprobe genutzt und anschließend die Assoziationen der Teilstichproben KR, RU und US in die Auswertung aufgenommen. In der Auswertung wurden bei der Überarbeitung der Definitionen und Kodierregeln letztendlich zwei identische Kodierleitfäden entwickelt, einer in deutscher Sprache und einer in amerikanischem Englisch.

Die Kodierleitfäden erfüllten folgende Voraussetzungen für die Anwendung (Bortz & Döring, 2006): Die Kategorien wurden präzise definiert sowie durch Ankerbeispiele und Kodierregeln festgelegt (Genauigkeitskriterium). Eine entspreche Abgrenzung der Zuordnungen der Assoziationen zu den Kategorien wurde durch die entsprechenden Ankerbeispiele und Kodierregeln erzielt. Die Ankerbeispiele und Kodierregeln wurden im Entwicklungsprozess festgelegt, beruhten jedoch noch immer auf subjektiven Einschätzungen. Die Kategorien K0 bis K8 wurden so definiert, dass sie sich gegenseitig ausschlossen und keine Assoziation mehreren Kategorien zugeordnet werden konnte (Exklusivitätskriterium). Beim endgültigen Durchgang der Assoziationen konnten alle Assoziationen eindeutig den Kategorien K1 bis K8 zugeordnet werden (Exhaustivitätskriterium).

Da für die Auswertung und die Entwicklung der Kodierleitfäden die Assoziationen der Teilstichprobe KR ins Deutsche und die der Teilstichprobe RU ins Englische übersetzt werden mussten, musste mit Problemen in Bezug auf wörtliche Übersetzung gerechnet werden. So beschreibt Haas (2009), dass bei Übersetzungen verschiedene Problemquellen zu beachten sind, z. B. ist in Bezug auf die Wechselwirkung zwischen Kultur und Sprache eine Übersetzung nicht nur auf sprachlicher Ebene, sondern auch auf Bedeutungsebene relevant. Die Übersetzungen wurden jedoch von den Versuchsleitern soweit wie möglich gemeinsam durchgeführt und diskutiert. Neben sprachlichen wirkten sich in der Auswertung kulturelle Einflüsse aus. So wurden Assoziationen, die die Bedeutung *Tod* beinhalteten, als besonders schwerwiegende Gefahr betrachtet und der *Kategorie K1: Höchste Gefahr* zugeordnet. Aus kultureller Perspektive hätte eine Assoziation wie „Tod" mit der Farbe Weiß in der Teilstichprobe KR als Assoziation außerhalb des Kontexts von Gefahr (K7) betrachtet werden können, da in Korea weiße Kleidung traditionell zu Beerdigungen getragen wird oder der Tod als natürlicher Teil des Lebens betrachtet werden könnte. Des Weiteren erschwerten verschiedene Höflichkeitsformen der koreanischen Sprache die Zuordnung von Assoziationen. Die Ausdrücke 불 (bul; Feuer) sowie 화재 (hwa jae; Brand) lauten wörtlich ins Deutsche übersetzt beide *Feuer*. Dennoch differenziert die koreanische Sprache diese. Bei einigen kurzen Assoziationen der Probanden wären weitere Erklärungen und eine klare inhaltliche Abgrenzung vonseiten der Probanden hilfreich gewesen. So wurde etwa die Assoziation „Wasserentnahmestelle" (Pb 505) in K7: Assoziation außerhalb des Kontexts von Gefahr kodiert, es blieb jedoch ungeklärt, ob der Proband damit ein Schild (K5) oder Sicherheit im Sinne von Überleben (K4) gemeint haben könnte. Bei einigen Probanden reichte es nicht aus, die einzelnen Assoziationen zu einer Farbe zu betrachten, vielmehr mussten die Assoziationen eines Probanden zu allen Farben einbezogen werden, um eine Kodierung zu ermöglichen. So äußerte z. B. Pb 515 zur Farbe Rot „sehr gefährlich", zur Farbe Orange „eine Stufe vor sehr

gefährlich" und zur Farbe Gelb „zwei Stufen vor gefährlich". Problematisch zeigte sich in der Auswertung die Unterscheidung zwischen *K2: Gefahr* und *K5: Warnung*, da Warnungen auch ein Ausmaß einer Gefahr repräsentieren. So wurde das Signalwort „Warning" (Pb 415) der Kategorie K5: Warnungen zugordnet. Andere Signalwörter wurden hingegen als Gefahr betrachtet und in Kategorie K2: Gefahr kodiert, z. B. „Achtung" (Pb 543). Die Warnungsforschung zu Signalwörtern unterscheidet verschiedene Gefahren- oder Risikoabstufungen, die sich jedoch immer auf eine vorhandene bzw. mögliche Gefahr beziehen (z. B. in Hellier et al., 2007; Chapanis, 1994). Aus diesem Grund wurden die Kodierregeln an die Warnungsforschung angelehnt.

Die Abgrenzung zwischen den Kategorien K1: Höchste Gefahr, K2: Vorhandene Gefahr und K3: Niedrige Gefahr erwies sich als zielführend, um eine differenzierte Auswertung verschiedener Gefahrenabstufungen zu ermöglichen. Allerdings führte diese stärkere Differenzierung in den Kategorien zu geringeren Häufigkeiten und war in den Auswertungen mit Einschränkungen verbunden, z. B. in der Berechnung der Trefferindices und der Gewichtung von geringen Häufigkeiten. Ähnliches galt für die Kategorie K8: Hilfsorganisationen, der nur sehr wenige Assoziationen zugeordnet wurden.

11.6.2 Diskussion zur Intercoder-Reliabilität

Bei der Reliabilität einer strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse ist es grundsätzlich wichtig, eine Unterscheidung zwischen Intercoder-Übereinstimmung (*Agreement*; hier IU) und Intercoder-Reliabilität an sich (hier: IR) vorzunehmen. Eine ausführliche Diskussion dazu findet sich z. B. in Lombard et al. (2002) sowie bei Kottner und Streiner (2011). Diese Unterscheidung konnte bei den vorliegenden Berechnungen eindeutig beibehalten werden.

Die Statistiksoftware ReCal bietet die Möglichkeit, verschiedene Reliabilitätskoeffizienten miteinander zu vergleichen. Da Krippendorff's Alpha als konservatives Maß gilt und am besten zu den vorliegenden Daten passte, wurde es für die Betrachtungen der IR genutzt.

Bei der Berechnung der IR getrennt nach Farben und Teilstichproben erreichten 86 Prozent, d. h. 24 der berechneten IR-Werte, das angenommene Kriterium von $K\text{-alpha}_{krit} \geq .67$. Vier IR-Werte (14 Prozent) erreichten das gesetzte Kriterium nicht. Im Folgenden werden diese vier Werte kurz diskutiert. Drei der K-alphas, die unter dem als akzeptabel angenommen Kriterium von $K\text{-alpha}_{krit} \geq .67$ blieben, stammten aus der Teilstichprobe DE mit $K\text{-alpha}_{DE_Grün} = .65$, $K\text{-alpha}_{DE_Gelb} = .59$ sowie $K\text{-alpha}_{DE_Orange} = .63$. Die Teilstichprobe DE wurde von der zweiten Beurteilerin als erstes kodiert, und Abweichungen zeigten sich bei der Farbe Grün insbesondere bei der Kodierung in die Kategorien K4 und K7. Die zweite Beurteilerin ordnete Assoziationen häufiger als die erste Beurteilerin *K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr* zu. Die IR-Werte $K\text{-alpha}_{DE_Gelb} = .59$, $K\text{-alpha}_{DE_Orange} = .63$ sowie $K\text{-alpha}_{RU_Orange} = .63$ lassen sich ebenso darauf zurückführen, dass die zweite Beurteilerin die Assoziationen häufiger der *K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr* zuordnete. Insbesondere die Kategorien *K2: Gefahr, K3: Geringe Gefahr* sowie *K5: Assoziation Warnung/Kennzeichnung* wurden von der ersten Beurteilerin häufiger verwendet. Da Krippendorff's Alpha als konservatives Maß für die Berechnungen der IR gilt, wurden die vier Werte trotz der Unterschreitung des Kriteriums $K\text{-alpha}_{krit} \geq .67$ in der Betrachtung der IR beibehalten.

Die Berechnung von Krippendorff's Alpha erlaubte nur Analysen für dieselbe Anzahl von betrachteten Sinneinheiten zwischen zwei Beurteilern. Es zeigte sich, dass die Beurteilerinnen einige Assoziationen der Probanden als unterschiedliche Sinneinheiten betrachteten, z. B. assoziierte Pb 503 mit der Farbe Blau „Sicherheit, Gesundheit (Krankenwagen, Helfer), Wasser"; diese Assoziationen wurden von der einen Beurteilerin als drei, von der zweiten Beurteilerin als fünf Sinneinheiten eingestuft und entsprechend kodiert. Es wurden daher unterschiedlich viele Sinneinheiten von den zwei Beurteilerinnen kodiert, aber nur die Paare der kodierten Sinneinheitenzwischen den zwei Beurteilerinnen konnten in die Auswertung einbezogen werden. Es ist anzunehmen, dass sich die IR bei einer Einbeziehung aller kodier-

ten Sinneinheiten, im Gegensatz zu den hier verwendeten Paaren der Sinneinheiten, verändern würde. Zuverlässige Berechnungsmethoden konnten dafür jedoch nicht gefunden werden.

In der Teilstichprobe RU wurde die Kategorie *K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr* für die Bestimmung der IR nicht in die Kategorien *K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts*, *K71: Assoziationen außerhalb des Kontexts/positive*, *K72: Assoziationen außerhalb des Kontexts/negative sowie K73: Assoziationen außerhalb des Kontexts/Nature* unterteilt. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Unterteilung nur geringfügige Auswirkungen auf die berechneten K-alpha$_{RU}$ gehabt hätte.

11.6.3 Diskussion der FA Forschungsfrage 2

Die FA Forschungsfrage 2 untersuchte den Zusammenhang zwischen den betrachteten Farben und den gebildeten Kategorien K1 bis K8 im Hinblick auf die Ampelanalogie. Die Ampelanalogie wurde durch die deskriptiven Beschreibungen und quantitativen Auswertungen bestätigt. Die Probanden nannten die meisten Assoziationen zu den Farben Rot, Gelb und Grün. Diese Farben rufen offensichtlich besonders viele mentale Modelle im Kontext von Gefahr hervor.

Zunächst wurden die Häufigkeiten der Assoziationen der Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 berechnet. Dabei wurde angenommen, dass die vorgestellten Häufigkeiten eine Relation einer Farbe zu den Kategorien widerspiegelten. Es ist anzunehmen, dass die Häufigkeitsverteilung einer Farbe nicht unbedingt gleichzusetzen ist mit Wichtigkeit und statistischer Relevanz (eine Diskussion dazu findet sich z. B. in Onwuegbuzie & Teddlie, 2002; Stemler, 2001). Die Häufigkeitsverteilungen werden deshalb als qualitativ und eher als Hinweis auf Farbsymbolik und Farbästhetik sowie auf mentale Modelle betrachtet, d. h. sie werden als Repräsentationen von Wissen zu einer Farbe verstanden.

Die Farbe Rot wurde mit (höchster) Gefahr assoziiert, die Farbe Grün mit keiner Gefahr bzw. Sicherheit. Die Ergebnisse für die Farbe Rot sind am eindeutigsten. Diese Ergebnisse bestätigen bisher vorhandene Forschungsergebnisse, z. B. die von Dmitrieva (2010), Nilsson, Johansson und Frantzich sowie von Russo und Boor (1993). Die Farbe Grün rief auch Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr hervor. So wurden zur Farbe Grün Assoziationen genannt, die auf Farbsymbolik und Farbästhetik zurückzuführen sind, z. B. das Naturmotiv „Rasen" (Pb 231), „native plants" (Pb 475) und „Natur" (Pb 525). Die Farbe Grün rief aber in seltenen Fällen Gefahr, etwa in Bezug auf Gesundheitsgefährdungen (z. B. „poison"; Pb 419) hervor. Insgesamt wurde die Farbe Grün jedoch mit Sicherheit assoziiert, wie z. B. „Sicherheit" (Pb 208), „non dangerous" (Pb 316) und „ganz sicher" (Pb 519) zeigen. Die Farbe Orange wurde mit höchster, mittlerer, aber auch geringer Gefahr assoziiert. Weiterhin wurde sie mit Warnungen in Verbindung gebracht, z. B. „caution sign" (Pb 438). Die Farbe Gelb wurde im Kontext von Gefahr mit Gefahr und niedriger Gefahr assoziiert und ebenfalls als Farbe für die Gestaltung von Warnungen betrachtet. Dies bestätigt vorhandene Ergebnisse der Warnungsforschung, z. B. die von Griffith und Leonard (1997) sowie von Chapanis (1994). Da in diesen Studien Farben mit Signalwörtern gemeinsam untersucht wurden, geben die vorliegenden Ergebnisse Aufschluss darüber, dass bereits die Farbe Orange bzw. Gelb als geeignete Farbe für eine Warnung genutzt werden und Gefahren vermitteln kann. So betont Leonard (1999), dass die verständliche Nutzung von Farben Menschen mit schlechteren Lesefähigkeiten ein entsprechendes Gefahrenmaß übermitteln kann, ohne dass

ein Warnungstext vollständig verstanden werden muss. Zudem grenzen sich die Farben Orange und Gelb deutlich voneinander ab, da Orange in der vorliegenden Untersuchung insgesamt als gefährlicher eingestuft wurde als Gelb. Diese Erkenntnis erweitert die bestehenden Ergebnisse aus der Warnungsforschung, da die Abstufung dieser beiden Farben bisher meist nicht so eindeutig nachgewiesen werden konnte oder mehrdeutige Ergebnisse vorlagen (Leonard, 1999; Luximon et al., 1998; Smith-Jackson & Wogalter, 2000). Die Farbe Blau rief im Kontext von Gefahr mehrdeutige Assoziationen hervor, unter anderem Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr, keine Gefahr, Hilfsorganisationen und Neutralität, aber wurde auch als geringfügig gefährlich bzw. Gefahr verstanden. Dennoch wurde die Farbe Blau eher mit Sicherheit verbunden. Wegen der mehrdeutigen Assoziationen erscheint die Farbe Blau jedoch als weniger geeignet für die Kennzeichnung von Sicherheit als die Farbe Grün. Die Farbe Weiß rief im Kontext von Gefahr am ehesten Sicherheit, Neutralität und Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr hervor. Aspekte der Farbästhetik und Farbsymbolik interferierten mit der Farbe Weiß im Kontext von Gefahr, wie z. B. die Nennungen „surrender Flag" (Pb 472) und „cleanliness" (Pb 309) zeigten. Die Farbe Weiß kann deswegen nicht eindeutig mit Sicherheit verbunden werden. Die Farbe Lila führte im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben zu mehrdeutigen Assoziationen, die sich jedoch in ihrer Tendenz unterschieden, z. B. einerseits geringe Gefahr und Gefahr, andererseits keine Gefahr oder Neutralität und vor allem Assoziationen außerhalb des Kontexts. Darin zeigte sich, dass offensichtlich andere Aspekte, beispielsweise Farbästhetik und Farbsymbolik, mit dieser Farbe im Kontext von Gefahr interferierten und die Farbe Lila mehrdeutige Konnotationen im Kontext von Gefahr hervorrief, wie z. B. die Nennungen „Homosexuelle" (Pb 206), „relaxation" (Pb 307), „rainbows" (Pb 472) und „Milka-Schokolade" (Pb 545) zeigten. Mit höchster Gefahr wird die Farbe Lila jedoch eher nicht assoziiert. Dies wiederspricht z. B. den Vorgaben der ISO (2015), die in ihren Nutzungsempfehlungen die Farbe Lila mit tödlicher Gefahr verbindet. Aufgrund der mehrdeutigen Assoziationen empfiehlt es sich, neben der Farbkodierung durch die Farbe Lila weitere Informationen zu einer Gefährdung, z. B. ein Signalwort einzusetzen.

Alle Farben riefen verhältnismäßig viele Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr hervor. Ein besonderer Zusammenhang bestand zwischen der Teilstichprobe RU und der Kategorie K7: Assoziationen außerhalb Kontext Gefahr (425), da rund 56 Prozent aller Assoziationen zu Kategorie K7 aus der Teilstichprobe RU stammten. Dieses Ergebnis wird in Abschnitt 11.6.5.3 diskutiert. Dennoch geben diese zahlreichen Assoziationen einen Rückschluss darauf, dass verschiedene mentale Modelle bei der visuellen Präsentation von Farben konkurrieren und trotz der Vorgabe des Kontexts von Gefahr hervortreten, z. B. das Na-

turmotiv der Farbe Grün oder emotionale Assoziationen zur Farbe Blau. Die zahlreichen Assoziationen in K7 geben zudem einen Hinweis darauf, dass es einigen Probanden schwerfiel, sich in den Kontext von Gefahr hineinzudenken.

Aufgrund der Betrachtung der Häufigkeiten lässt sich insgesamt die folgende Abstufung von Gefahr ableiten (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

Die weiteren quantitativen Analysen gaben nur bedingt zusätzlichen Aufschluss über die Veränderung der Abstufung von Gefahr, vielmehr bestätigten sie den Zusammenhang zwischen Farben und Kategorien sowie die bereits beschriebenen Unterschiede in den qualitativen Analysen. Zwischen den Farben und den Kategorien K1 bis K8 bestand ein signifikanter Zusammenhang, da X^2 (42, N = 2487) = 1 408.88, $p < .001$. Die Stärke des Zusammenhangs wurde als hoch eingestuft mit Cramer's $V = .31$, $p < .001$. Zur vergleichenden Untersuchung der Verteilung der Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 wurden der Friedman-Test und eine Konkordanzanalyse (Legendre, 2005) herangezogen. Die für die Analyse gebildeten Trefferindices TIF_{fK} wurden anhand der Spaltensummen der Verteilungen jeder Farbe normiert. Die Trefferindices gaben die Verteilung jeder einzelnen Farbe in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 wieder und erlaubten so einen Vergleich der Verteilungen der Farben.

Der Friedman-Test bestätigte einen signifikanten Unterschied in der Zuordnung der Farben zu den Kategorien K1 bis K8. Die Post-hoc-Analyse gab jedoch keinen weiteren Aufschluss. Die aus diesem Grund durchgeführte Konkordanzanalyse ergab mit Kendall's Konkordanzkoeffizient *W* eine signifikante Übereinstimmung der Zuordnung der Farben zu den Kategorien. Nach Legendre (2005) kann Kendall's Konkordanzkoeffizient *W* nur dann als sinnvolle Übereinstimmung interpretiert werden, wenn eine angeschlossene Analyse der Korrelation nach Spearman (df = 5; Alpha = .05) zwischen einem Kategorienpaar K – K ', z. B. K1 – K2, ein positiv korreliertes und signifikantes Ergebnis zeigt. Die Konkordanz für das Kategorienpaar K6 – K7 zeigte, dass die Zuordnung in Bezug auf Neutralität und Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr übereinstimmte.

11.6.4 Diskussion der FA Forschungsfrage 3

FA Forschungsfrage 2 untersuchte den Zusammenhang zwischen den betrachteten Farben und den deduktiv gebildeten Ampel-Kategorien K1 bis K4 im Hinblick auf die Ampelanalogie. Die Ampelanalogie wird für die Farben Grün-Gelb-Orange sowie für Grün durch deskriptive Beschreibungen und quantitative Auswertungen bestätigt. Die Ergebnisse zu den Farben Weiß, Blau und Lila bestätigen weiterhin deren Mehrdeutigkeit. Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Farben und den Ampel-Kategorien K1 bis K4. Die Betrach-

tung der Spaltenanteile zeigt, dass sich die Anteile der Farben über die Ampel-Kategorien K1 bis K4 hinweg zum Teil signifikant unterscheiden. In Bezug auf die Abstufung von Gefahr lässt sich die folgende Rangreihe ableiten (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

Der Friedman-Test wies einen signifikanten Unterschied in der Zuordnung der Farben zu den Ampel-Kategorien K1 bis K4 nach. Die Post-hoc-Analyse gab jedoch keinen weiteren Aufschluss. Grundsätzlich stimmt die Zuordnung der Farben zu den Kategorien überein. Nur das Kategorienpaar K1 – K2 ist konkordant, d. h. hier stimmte die Zuordnung in Bezug auf höchste Gefahr und Gefahr überein.

11.6.5 Diskussion der FA Forschungsfragen 4a und 4b

Die Abgrenzung zwischen den Kategorien K1: Höchste Gefahr, K2: Vorhandene Gefahr und K3: Niedrige Gefahr erwies sich als zielführend, um eine Auswertung verschiedener Gefahrenabstufungen in den FA Forschungsfragen 4a bzw. 4b zu ermöglichen. Ähnliches galt für die Kategorie K8: Hilfsorganisationen, die den Kodierleitfaden vervollständigte. Die stärkere Differenzierung der Kategorien führte jedoch zu geringeren Häufigkeiten in den einzelnen Kategorien. In der Auswertung der FA Forschungsfrage 2 führte dies zu einigen Einschränkungen. Zum einen führte die Trennung der Daten nach den einzelnen Stichproben DE, KR, RU und US zu sehr geringen Häufigkeiten in den einzelnen Zellen. Des Weiteren waren einige quantitative Auswertungsschritte, z. B. die Berechnung des X^2-Tests aufgrund der zu geringen Besetzung der Zellen in den Häufigkeitstabellen nicht mehr möglich, obwohl die Größen der Teilstichproben ausreichend waren. Der für derartige Fälle empfohlene exakte Test nach Fisher (z. B. in Janssen & Laatz, 2013) konnte nicht herangezogen werden. Dieser Test beinhaltet Berechnungen von Permutationen, die jedoch aufgrund der Teilstichprobengrößen bzw. der zu großen Randsummen nicht mehr berechnet werden konnten. Weiterhin betrachten Bortz et al. (2008) die Extraktion von Daten, d. h. eine Erstellung von Teiltafeln, als unstatthaft. Eine Aufteilung in Teiltafeln wurde für die Auswertung der FA Forschungsfragen 4a und 4b dennoch vorgenommen, da durch die Erhebung eine eindeutige und logisch nachvollziehbare Trennung der Daten möglich war. Zusammenfassend wurde aus diesen Gründen eine deskriptive Auswertung vorgezogen, und es wurden keine weitreichenden quantitativen Analysen angestrebt.

Für die Auswertung von FA Forschungsfrage 4a wurden zunächst die Häufigkeiten der Assoziationen zu den Farben in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 getrennt nach den jeweiligen Teilstichproben DE, KR, RU und US berechnet. Dabei wurde angenommen, dass die Häufigkeiten eine Relation einer Farbe zu den Kategorien widerspiegelten. Es war jedoch

anzunehmen, dass die Häufigkeitsverteilung nicht unbedingt gleichzusetzen war mit Wichtigkeit und Relevanz (eine Diskussion dazu z. B. in Onwuegbuzie & Teddlie, 2002; Stemler, 2001). Die Häufigkeitsverteilungen wurden deshalb eher als Hinweis auf Farbsymbolik, Konnotationen und mentale Modelle, d. h. aufRepräsentationen von Wissen zu einer Farbe verstanden. Aus den Ergebnissen wurde eine Gefahrenabstufung der betrachteten Farben erstellt, von der gefährlichsten zur sichersten Farbe.

In einem zweiten Schritt wurden zur Anpassung der Rangreihen Konkordanzanalysen nach Kendall und Korrelationsanalysen nach Spearman einbezogen. Die Korrelationsanalysen wurden zweiseitig berechnet, um gegenläufige Korrelationen zu ermitteln. Zusätzlich wurde das Zusammenhangsmaß Cramer's *V* berechnet. Die signifikanten Ergebnisse können jedoch nicht angemessen genutzt werden, da dies nach Siegel und Castellan (1988) nur dann möglich ist, wenn auch der X^2-Test zur Überprüfung des Zusammenhangs geeignet ist. Die Korrelationen wurden aufgrund der Kategorien gebildet; aus diesem Grund wurden weniger akkurate Ergebnisse erwartet und der Fokus auf die qualitative Auswertung gelegt.

11.6.5.1 Diskussion FA Forschungsfragen 4a und 4b – DE

Die Assoziationen der Teilstichprobe DE konnten vollständig durch die Auswertungskategorien K0 bis K8 kodiert werden. Die mentalen Modelle der deutschen Probanden decken sich mit den Annahmen der Ampelanalogie. Die Kodierungen der Assoziationen zu den einzelnen Farben bestätigen die Ampelanalogie für die Farben Rot, Orange, Gelb und Grün. Die Farbe Rot wurde eindeutig als (höchste) Gefahr betrachtet, z. B. als „absolute Gefahr" (Pb 503).

Die Farben Orange und Gelb wurden tatsächlich im Kontext von Gefahr gesehen und stellten unterschiedliche Abstufungen von Gefahr bzw. mittlerer Gefahr dar. Unerwartet selten wurden die Farben Rot, Orange und Gelb mit Warnungen assoziiert, obwohl diese Farben in der Forschung als wichtige Signalfarben betrachtet werden (z.B. in Parsons et al., 1999; Pravossoudovitch, Cury, Steve, Young & Elliot, 2014; Wogalter, 2006). Eine Erklärung zeigt sich in den Assoziationen, die die Probanden der Teilstichprobe DE über die verschiedenen Farben hinweg machten. Dabei zeigte sich, dass viele Probanden (rund 50 Prozent) die Ampelfarben im Kontext von Gefahr tatsächlich als Abstufung betrachteten und entsprechend ihre Assoziationen nannten, z. B. Pb 514 „sehr gefährlich" für die Farbe Rot, „mittlere Gefahr" für die Farbe Orange und „mäßig gefährlich" für die Farbe Gelb. Zusätzliche Assoziationen nannten die Probanden dann meist nicht mehr. Die Farbe Grün wurde eindeutig als am sichersten betrachtet bzw. mit keiner Gefahr assoziiert. Am zweithäufigsten wurden Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr zur Farbe Grün geäußert, z. B.

„Freiheit" (Pb 543) und „Lieblingsfarbe" (Pb 545). Aufgrund der geringen Häufigkeiten wurde eine größere Interferenz der Farbsymbolik ausgeschlossen.

Die Farbe Blau wurde in der Teilstichprobe DE vor allem mit keiner Gefahr, Assoziationen außerhalb des Kontexts und geringer Gefahr assoziiert. Darin zeigt sich, dass die Farbe Blau offensichtlich mehrdeutige Assoziationen im Kontext von Gefahr hervorruft und daher als weniger sicher als die Farbe Grün betrachtet werden kann. Die Farbe Weiß wurde mit keiner Gefahr assoziiert und als neutral betrachtet. Zu einigen Assoziationen zur Farbe Weiß wäre über die einzelnen Begriffe hinaus weitere Erklärung von den Probanden nötig gewesen. Zwei Probanden (Pb 525 und Pb 540) assoziierten etwa mit der Farbe Weiß „Nebel". Diese Assoziation wurde den Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr zu geordnet, dennoch könnten die Probanden in Bezug auf Nebel eine Gefahr verstanden haben, z. B. im Zusammenhang mit dem Straßenverkehr. Mit der Farbe Lila wurden vor allem geringe Gefahr assoziiert und Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr genannt, z. B. „Zeichen für Seelsorge" (Pb 505). Aus dieser Aussage geht jedoch nicht hervor, ob dieser Proband diese Assoziation auf die Westen der Einsatzkräfte der Psychosozialen Notfallversorgung bzw. Notfallseelsorge oder auf die rein geistliche Begleitung bezog. Aus diesem Grund wurde diese Äußerung den Assoziationen außerhalb des Kontexts zugeordnet. Nur eine Assoziation zur Farbe Lila wurde mit K1: Höchste Gefahr (1; ein Prozent) kodiert: „hohe Konzentration" (Pb 541). Ferner wurde die Farbe Lila in dieser Teilstichprobe mit Neutralität und keiner Gefahr assoziiert. Daraus lässt sich ableiten, dass mit der Farbe Lila mehrdeutige mentale Modelle verbunden sind, die eine Tendenz zu geringer Gefahr aufweisen.

Die Konkordanzanalyse nach Kendall ergab keine signifikante Übereinstimmung der Kodierungen der Farben mit den Kategorien, die Zuordnung der Farben zu den Kategorien unterscheidet sich also. Des Weiteren zeigten die Korrelationsanalysen nach Spearman für verschiedene Farbpaare ff', dass zwischen folgenden Farbpaaren eine Korrelation vorliegt: Grün – Blau, Weiß – Blau, Lila – Blau und Rot – Orange. Mit der Farbe Gelb korrelierte keine andere Farbe.

Aus den Ergebnissen lässt sich folgende Rangreihe in Bezug auf die Abstufung von Gefahr ableiten (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

11.6.5.2 Diskussion FA Forschungsfragen 4a und 4b – KR

Die Assoziationen der Teilstichprobe KR konnten vollständig durch die Auswertungskategorien K0 bis K8 kodiert werden. Die mentalen Modelle der Probanden der Teilstichprobe KR decken sich mit den Annahmen der Ampelanalogie. Die Kodierungen der Assoziationen zu den einzelnen Farben bestätigen die Ampelanalogie für die Farben Rot, Orange, Gelb und

Grün. Die Farbe Rot wurde eindeutig als (höchste) Gefahr betrachtet, z. B. „gefährlichste Farbe" (Pb 219).

Die Farben Orange und Gelb wurden tatsächlich im Kontext von Gefahr gesehen und stellten unterschiedliche Abstufungen von Gefahr bzw. mittlerer Gefahr dar. Unerwartet selten wurden die Farben Rot und Orange mit Warnungen assoziiert, obwohl diese Farben in der Forschung als wichtige Signalfarben betrachtet werden (z.B. in Parsons et al., 1999; Pravossoudovitch et al., 2014; Wogalter, 2006). Die Farbe Gelb wurde jedoch als Warnungsfarbe betrachtet, z. B. „Warnung" (Pb 203). Die Farbe Grün wurde eindeutig als am sichersten betrachtet bzw. mit keiner Gefahr assoziiert. Am zweithäufigsten wurden Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr zur Farbe Grün geäußert, z. B. aus farbästhetischer Sicht das Naturmotiv. Aufgrund der geringen Häufigkeiten wurde eine größere Interferenz der Farbsymbolik ausgeschlossen. Dennoch wurden einige Assoziationen zu Grün auch Gefahr zugeordnet, z. B. Verkehrsunfall (교통사고; Pb 212; Pb 224) oder Bergsturz/Erdrutsch (산사태; Pb 232; Pb 234). Für diese Assoziationen konnte nicht eindeutig geklärt werden, welche Art von Gefahr assoziiert wurde.

Die Farbe Blau wurde in der Teilstichprobe KR vor allem Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr zugeordnet und mit keiner Gefahr assoziiert. Zusätzlich wurde die Farbe Blau aber mit Gefahr in Verbindung gebracht, so assoziierten einige Probanden mit der Farbe Blau „Hochwasser" (z. B. Pbn 201; 234) oder gefährliche Wetterbedingungen, z. B. „Taifun" (Pb 238) oder „Sturzregen" (Pb 236). Diese Assoziationen erklären die Häufigkeiten in der Kategorie Gefahr bei der Farbe Blau. Die Farbe Blau ruft offensichtlich mehrdeutige Assoziationen im Kontext von Gefahr hervor. Die Farbe Weiß wurde mit keiner Gefahr assoziiert sowie mit Assoziationen außerhalb des Kontexts und Neutralität verbunden. Zu einigen Assoziationen zur Farbe Weiß wäre über die einzelnen Begriffe hinaus weitere Erklärung von den Probanden der Teilstichprobe KR nötig gewesen. So wurde etwa die Assoziation „Tod" (Pb 206) zur Farbe Weiß dem Kodierleitfaden folgend Gefahr zugeordnet. Nach der Farbsymbolik in Korea zur Farbe Weiß als Trauerfarbe hätte diese Äußerung jedoch den Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr zugeordnet werden können. Mit der Farbe Lila wurden mehrdeutige mentale Modelle verbunden, vor allem Neutralität, Gefahr, keine Gefahr und Assoziationen außerhalb des Kontexts.

Die Konkordanzanalyse nach Kendall ergab keine signifikante Übereinstimmung der Kodierungen der Farben mit den Kategorien, die Zuordnung der Farben zu den Kategorien unterscheidet sich folglich. Des Weiteren zeigten die Korrelationsanalysen nach Spearman für verschiedene Farbpaare ff', dass zwischen folgenden Farbpaaren eine Korrelation vor-

liegt: Weiß – Grün, Weiß – Blau, Grün – Blau, Grün – Lila, Blau – Lila und Gelb – Orange. Mit der Farbe Rot korrelierte keine andere Farbe.

Aus den Ergebnissen lässt sich folgende Rangreihe in Bezug auf die Abstufung der Gefahr ableiten (beginnend mit der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

11.6.5.3 Diskussion FA Forschungsfragen 4a und 4b – RU

Die Assoziationen der Teilstichprobe RU konnten vollständig durch die Auswertungskategorien K0 bis K8 kodiert werden. Bei den Kodierungen und der Betrachtung der Häufigkeiten zeigte sich eine Besonderheit. Insgesamt 425 Assoziationen (rund 55 Prozent) aller Assoziationen der Teilstichprobe RU mussten in die Kategorie K7: Assoziationen außerhalb des Kontexts kodiert werden. Alle Farben, bis auf die Farbe Rot, wurden am häufigsten dieser Kategorie zugeordnet. Um eine differenzierte Beschreibung der Kategorie K7 in der Auswertung zu ermöglichen, wurden zusätzlich zu K7 in Anlehnung an Simmons (2011) weitere Unterkategorien gebildet. Die Gründe für die hohe Anzahl von Assoziationen in K7 können zum einen starke mentale Modelle zu den Farben, die aus der Farbsymbolik stammen, sein. Zum anderen kann es sein, dass sich diese Probanden vielleicht weniger gut auf den Kontext Gefahr einlassen konnten. So gab es z. B. sehr wenige Assoziationen in Bezug auf das Extremum höchste Gefahr. Des Weiteren könnte ein kultureller Aspekt zu den Assoziationen geführt haben, z. B. der Umgang mit der ungewöhnlichen Situation im Rahmen der Untersuchung. In der Teilstichprobe RU war es hinsichtlich der Durchführung am schwierigsten, Probanden für die Untersuchung zu gewinnen.

Die mentalen Modelle der Probanden der Teilstichprobe RU decken sich mit den Annahmen der Ampelanalogie. Die Kodierungen der Assoziationen zu den einzelnen Farben bestätigen die Ampelanalogie für die Farben Rot, Orange, Gelb und Grün. Insgesamt sind die Kategorisierungen der Assoziationen der Teilstichprobe jedoch weniger deutlich als in den anderen Teilstichproben, auch aufgrund der Häufigkeit der Kategorie K7. Die Farbe Rot wurde eindeutig als Gefahr betrachtet, z. B. als „color of danger" (Pb 320). Diese Farbe kann demnach für die Gestaltung von Warnungen eingesetzt werden. Die Farbe Orange wurde als Gefahr betrachtet, ebenso die Farbe Gelb. Die Farbe Gelb wurde als etwas weniger gefährlich eingeschätzt und etwas stärker mit Warnungen assoziiert als Orange. Aus diesem Grund werden die beiden Farben im Sinne einer Gefahrenabstufung betrachtet. Beide Farben wurden mit keiner Gefahr bzw. mit Sicherheit assoziiert. Eine Erklärung dafür ließ sich weder in der Kulturforschung noch in der Farbsymbolik finden.

Die Farben Blau und Lila wurden mit Sicherheit und seltener mit Gefahr assoziiert. Insgesamt wurde Blau als geringfügig sicherer als Lila betrachtet, der Unterschied ist aber nicht

eindeutig. Die Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr interferierten sehr stark, da beide Farben sehr häufig mentale Modelle zu farbästhetischen Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr hervorriefen, z. B. „sky; sea" (Pb 310), also das Naturmotiv (K73) bei der Farbe Blau und „umbrella" (Pb 318) bei der Farbe Lila. Die Farbe Weiß rief vor allem Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr hervor, z. B. „snow" (Pb 322) und Neutralität, z. B. „meaningless" (Pb 307). Im Vergleich zu allen anderen Farben wurde die Farbe Weiß am deutlichsten als neutral betrachtet und wird deswegen zusammenfassend als neutrale Mitte eingestuft.

Die Konkordanzanalyse nach Kendall ergab keine signifikante Übereinstimmung der Kodierungen der Farben mit den Kategorien, die Zuordnung der Farben zu den Kategorien unterscheidet sich also. Des Weiteren zeigten die Korrelationsanalysen nach Spearman für verschiedene Farbpaare ff', dass zwischen folgenden Farbpaaren eine Korrelation vorliegt: Grün – Rot, Grün – Blau, Grün – Gelb, Grün – Lila, Grün – Orange, Rot – Gelb, Rot – Orange, Blau – Gelb, Blau – Lila, Blau – Orange, Gelb – Lila, Gelb – Orange und Lila – Orange; Bei der Teilstichprobe RU korrelierten die meisten Farbpaare ff' von allen Teilstichproben. Die Farbe Weiß korrelierte mit keiner anderen Farbe signifikant.

Aus den Ergebnissen lässt sich eine Rangreihe in Bezug auf die Abstufung von Gefahr wie folgt ableiten (von der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Weiß (neutrale Mitte) – Lila/Blau – Grün

11.6.5.4 Diskussion FA Forschungsfragen 4a und 4b – US

Die Assoziationen der Teilstichprobe US konnten vollständig durch die Auswertungskategorien K0 bis K8 kodiert werden. Die mentalen Modelle der Probanden dieser Teilstichprobe decken sich mit den Annahmen der Ampelanalogie. Die Kodierungen der Assoziationen zu den einzelnen Farben bestätigen die Ampelanalogie für die Farben Rot, Orange, Gelb und Grün. Die Farbe Rot wurde eindeutig als (höchste) Gefahr betrachtet, z. B. als „very dangerous" (Pb 414). Die Farben Orange und Gelb wurden tatsächlich im Kontext von Gefahr gesehen und stellten unterschiedliche Abstufungen von Gefahr bzw. mittlerer Gefahr dar. Die Farben Gelb und Orange werden als Warnungsfarbe betrachtet, ebenso wie die Farbe Rot. Dies bestätigt bisherige Ergebnisse der Warnungsforschung, z. B. in Young (1991), Chapanis (1994) und Parsons et al. (1999). Die Farbe Grün wurde als am sichersten betrachtet bzw. mit keiner Gefahr assoziiert. Am zweithäufigsten wurden Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr zur Farbe Grün geäußert, z. B. dem Naturmotiv folgend „earth" (Pb 411) und „native plants" (Pb 475). Die Farbe Grün wurde auffällig oft mit Gefahr assoziiert, z. B. mit Gesundheitsgefahren wie „bio-hazard" (Pb 423) oder „poison" (Pb 419). Da Warnungsschilder für derartige Gefahren in den USA eher mit den Farben Gelb, Orange oder Rot gekenn-

zeichnet werden, können diese Assoziationen nicht erklärt werden. Für ein besseres Verständnis wären ausführlichere Antworten der Probanden notwendig gewesen.

Die Farbe Blau wurde vor allem mit keiner Gefahr assoziiert und mit Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr sowie mit Gefahr verbunden. Die Häufigkeiten zu Gefahr ergeben sich unter anderem aufgrund der Assoziation „drowning" (Pbn 405; 406; 416; 428, 429; 478), die als lebensbedrohlich betrachtet und deshalb als Gefahr kodiert wurde. Offensichtlich interferierten andere Faktoren, wie z. B. Ästhetik, mit der Farbe Blau im Kontext von Gefahr. Blau ruft offensichtlich mehrdeutige Assoziationen im Kontext von Gefahr hervor mit einer Tendenz zu Sicherheit. Mit der Farbe Weiß wurde eher Sicherheit bzw. keine Gefahr assoziiert, jedoch mit einer Tendenz zu neutral und weiteren interferierenden Aspekten aus der Farbsymbolik, z. B. „mystery" (Pb 446) und „cocaine" (Pb 448). Grundsätzlich erscheint die Farbe Weiß als nicht geeignet, eine Gefahr darzustellen. Die Farbe Lila konnte nicht eindeutig Sicherheit, z. B.im Sinne der Assoziation „safe" (Pb 437) oder Gefahr, z. B. im Sinne der Assoziation „gas danger" (Pb 442), zugeordnet werden. Zusätzlich rief die Farbe Lila Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr, z. B. „royalty" (Pb 436), und solche zu Neutralität hervor, z. B. „ambiguity" (Pb 410), und erzeugte in der Teilstichprobe US demnach mehrdeutige Assoziationen im Kontext von Gefahr. Die Farben Lila und Blau riefen ähnliche mentale Modelle hervor, die Farbe Blau wurde aber als etwas sicherer als Lila aufgefasst.

Die Konkordanzanalyse nach Kendall ergab keine signifikante Übereinstimmung der Kodierungen der Farben mit den Kategorien, die Zuordnung der Farben zu den Kategorien unterscheidet sich folglich. Des Weiteren zeigten die Korrelationsanalysen nach Spearman für verschiedene Farbpaare ff', dass zwischen folgenden Farbpaaren eine Korrelation vorliegt: Weiß – Grün, Weiß – Blau, Weiß – Lila, Grün – Blau, Grün – Lila, Blau – Lila und Gelb – Orange. Mit der Farbe Rot korrelierte keine andere Farbe.

Aus den Ergebnissen lässt sich folgende Rangreihe in Bezug auf die Abstufung von Gefahr ableiten (beginnend mit der gefährlichsten zur sichersten Farbe):

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

11.6.6 Diskussion der FA Forschungsfrage 5

Die Möglichkeit Mehrfachnennungen zu einer Farbe anzugeben, wurde in den Teilstichproben unterschiedlich genutzt. Im Vergleich der durchschnittlichen Anzahl der Assoziationen pro Teilstichprobe zeigte sich, dass die Teilstichprobe RU die meisten Assoziationen zu jeder Farbe nannte: RU 2.78 Assoziationen pro Farbe, DE 1.67 Assoziationen, gefolgt von den Teilstichproben US mit 1.49 und KR mit 1.3 Assoziationen pro Farbe.

Forschungsfrage 5 untersuchte zwischen den Teilstichproben vor allem das Assoziationsprinzip Ähnlichkeit zu den Farben und den Ampel-Kategorien K1 bis K4 (Mazur, 2004). Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse diskutiert:

- Die Farbe Grün rief im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben Assoziationen zu keiner Gefahr bzw. zu Sicherheit hervor. Im Vergleich zu allen anderen Farben stellt die Farbe Grün die sicherste Farbe dar. Die Assoziationen zu Gefahr lassen sich auf Assoziationen zu Gesundheitsgefährdungen wie „poison" (Pbn 317; 419) oder „Verkehrsunfall" (Pb 212) zurückführen.
- Die Farbe Gelb wurde im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben vor allem mit Gefahr und niedriger Gefahr assoziiert. Insbesondere die Teilstichprobe DE schätzte die Farbe Gelb als etwas weniger gefährlich als die anderen Teilstichproben ein. In zusätzlich durchgeführten Analysen wurden mit der Farbe Gelb Warnungen assoziiert werden, z. B. in den Teilstichproben KR und US. Die Farbe Gelb scheint daher als Warnfarbe für mittlere Gefahrenbereiche geeignet.
- Die Farbe Orange wurde im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben mit (mittlerer) Gefahr assoziiert. Die zusätzlich durchgeführten Auswertungen machten deutlich, dass Orange in Zusammenhang mit Warnungen und Hilfsorganisationen (DE, RU) steht. In allen Teilstichproben wurde die Farbe Orange als gefährlicher als Gelb eingeschätzt. Die Farbe Orange scheint daher als Warnfarbe für Gefahrenbereiche geeignet.
- Die Farbe Rot wurde im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben mit höchster Gefahr bzw. Gefahr assoziiert. In der Teilstichprobe RU wurden auch Assoziationen genannt, die in K4: Keine Gefahrkodiert wurden, z. B. „not worrying" (Pb 327; 339). Diese wurden jedoch als einzelne Begriffe ohne weitere Erklärung genannt. Aus diesen Ergebnissen lässt sich schließen, dass die Farbe Rot genutzt werden kann, um höchste Gefahren zu kennzeichnen.
- Die Farbe Weiß wurde im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben mit keiner Gefahr assoziiert. In den Teilstichproben KR und RU wurden einige Assoziationen zu Gefahr genannt. Dies ließ sich unter anderem auf die Zuordnung von Assoziationen wie „Tod" (Pb 206) oder „uncertainty" (Pb 325) erklären. Begriffe wie „uncertainty" wurden einheitlich K2: Gefahr zugeordnet. In zusätzlich durchgeführten Auswertungen zeigte sich, dass die Farbe Weiß jedoch, unabhängig von der Ampelanalogie, mit Neutralität assoziiert wurde.
- Die Farbe Blau ergab im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben mehrdeutige Assoziationen, unter anderem keine Gefahr, geringe Gefahr und Gefahr. Zusätzlich

durchgeführte Analysen verstärkten dieses mehrdeutige Bild. Die Farbe Blau brachte Assoziationen außerhalb des Kontexts Gefahr hervor. Offensichtlich fiel es allen Probanden eher schwer, sich in den Kontext Gefahr zu versetzen.

- Die Farbe Lila rief im Kontext von Gefahr in allen Teilstichproben mehrdeutige Assoziationen hervor, die sich in ihrer Tendenz unterschieden, unter anderem Gefahr (KR), geringe Gefahr (DE) und keine Gefahr (RU). In der Teilstichprobe US stellte die Farbe Lila eher keine Gefahr dar. Dies widerspricht den Vorgaben der ISO (2015), nach denen die Farbe Lila zusätzlich zur Farbe Rot im Sinne von *tödlicher Gefahr* verwendet werden soll. Diese Einstufung entspräche in dieser Arbeit in der Freien Assoziation der Kategorie 1: Höchste Gefahr.

Für die Erstellung der Abbildungen zur FA Forschungsfrage 5 wurden Trefferindices TIF_{f4} gebildet. Dafür wurden die Daten nach den jeweiligen Teilstichproben getrennt. Zusätzlich wurden Teiltafeln erstellt, die die Daten zu den Farben und den Ampel-Kategorien K1 bis K4 beinhalteten. Die gebildeten Trefferindices TIF_{f4} wurden anhand der Spaltensumme der Verteilungen jeder Farbe normiert. Da also sowohl eine Aufteilung der Häufigkeitstabellen als auch eine Extraktion und Umformung von Daten erfolgte, können die Ergebnisse als verzerrt betrachtet werden. Außerdem betrachten Bortz et al. (2008) die Extraktion von Daten, d. h. eine Erstellung von Teiltafeln, als unstatthaft. Eine Aufteilung in Teiltafeln wurde für die Auswertung der FA Forschungsfrage 5 dennoch vorgenommen, da durch die Erhebung eine eindeutige und logisch nachvollziehbare Trennung der Daten möglich war. Zusammenfassend wurde aus diesen Gründen eine deskriptive Auswertung vorgezogen, und es wurden keine weitreichenden quantitativen Analysen angestrebt.

11.6.7 Einschränkungen der Methode Freie Assoziation

Die Ergebnisse der Freien Assoziation lassen sich nicht ohne Weiteres generalisieren. Das explorative, qualitative Vorgehen zielte darauf ab, beschreibende Elemente als Denotationen der genannten Assoziationen in Bezug auf die Farben zu verstehen. Bortz und Döring (2006) wenden jedoch ein, dass die Generalisierbarkeit von qualitativen Daten grundsätzlich schwierig sei. Aus diesem Grund wurden ergänzende, nicht-parametrische Verfahren für die quantitativen Auswertungsschritte verwendet. Janssen und Laatz (2013) werfen des Weiteren ein, dass nicht-parametrische Auswertungsverfahren keine Aussagen über die Grundgesamtheit, sondern nur Aussagen über die Probanden einer Studie erlaubten. Ferner wird der Übergang von einer qualitativen Datenauswertung zu einer quantitativen Auswertung meist

nicht ausreichend in der Literatur diskutiert. Aus diesem Grund können die Ergebnisse nur bedingt für Generalisierungen herangezogen werden.

Obwohl bei der Freien Assoziation immer wieder der Kontext Gefahr hervorgehoben wurde, wurden den Probanden dazu keine detaillierten Instruktionen oder weitere Informationen gegeben. Was die Probanden genau unter dem vorgegeben Kontext Gefahr in der Untersuchung verstanden bzw. in ihn einbezogen, wurde nicht geklärt. In allen Teilstichproben nannten die Probanden zahlreiche Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr, insbesondere in der Teilstichprobe RU. Es ist davon auszugehen, dass die Einbeziehung konkreterer Kontexte oder Szenarien, z. B. durch Vignettenstudien, Auswirkungen auf die Assoziationen gehabt hätten. So hätten diese z. B. relative anstatt eher absolute Assoziationen im Kontext von Gefahr hervorrufen können. Weiterhin geben die Assoziationen außerhalb des Kontexts einen Hinweis darauf, dass ein Farbreiz an sich nicht unbedingt ausreicht, um eine eindeutige Gefahr abzubilden. Beispielsweise sollte eine Gefährdung zusätzlich durch Signalwörter oder Piktogramme verdeutlicht werden.

Die menschliche Farbwahrnehmung wird beeinflusst von Farbkontrasten (z. B. in Ansorge & Leder, 2011). So verändert der Simultankontrast den Eindruck einer Farbe bei unterschiedlichen Hintergründen. Durch die Verwendung der Farbe Weiß als zu untersuchende Farbe konnte kein weißer Hintergrund in der Präsentation verwendet werden. Der verwendete hellgraue Hintergrund hatte Einfluss auf die wahrgenommene Helligkeit der präsentierten Farben. Der genaue Einfluss des Farbkontrasts sowie weiterer Faktoren wie der Umgebungsbeleuchtung wurde jedoch nicht näher untersucht.

11.6.8 Diskussion methodisches Vorgehen der Freien Assoziation

In früheren Untersuchungen wurden von Forschern entweder nur Farbwörter (Braun & Silver, 1995), Farbkombinationen (Luximon et al., 1998), Farben in Kombination mit Signalwörtern (Chapanis, 1994) oder nur einige wenige Farben (Edworthy & Adams, 1995) untersucht. Dmitrieva (2010) befürwortet in einer Studie die Nutzung von Farbwörtern als passenden Reiz. Unter Annahme von vorhandenen mentalen Modellen zu bestimmten Farben sei es ausreichend, das Farbwort zu nennen, um ähnliche psychologische Reaktionen hervorzurufen wie mit dem Farbreiz selbst. Da in der Freien Assoziation die Farben als visuelle Reize dargeboten wurden, wurde davon ausgegangen, dass die vorliegende Untersuchungsart weiteren Aufschluss zu Farben im Kontext von Gefahr geben kann. Lichtenfeld et al. (2012) kritisieren, dass die Ergebnisse vieler Assoziationsstudien nicht unbedingt nutzbar seien, da die Helligkeit und Sättigung der Farben (vgl. Abschnitt 5.1) nicht kontrolliert wurden. In der vorliegenden Freien Assoziation wurde aufgrund der Festlegung der Farben nach

dem RAL-Farbsystem und die teilweise Verwendung derselben Technik versucht, diesbezüglich kontrollierte Bedingungen zu schaffen.

Das methodische Vorgehen der Freien Assoziation soll im Folgenden anhand von sechs Gütekriterien der qualitativen Sozialforschung nach Mayring (2002) beurteilt werden:

Die Verfahrensdokumentation kann durch die detaillierte Beschreibung des methodischen Vorgehens und der Auswertungsstrategie als erfüllt betrachtet werden (vgl. Abschnitt 11.4.3 zur Datenaufbereitung). Durch die Erstellung der Transkriptionen der Assoziationen und deren Überprüfung auf Vollständigkeit konnten die Ergebnisse der Freien Assoziation letztendlich auf diese Datenquellen zurückgeführt werden. Das Gütekriterium der argumentativen Interpretationsabsicherung kann als erfüllt betrachtet werden, da neben den subjektiven Interpretationen der Daten auch die Intercoder-Reliabilität des Kategoriensystems sichergestellt wurde (vgl. Abschnitt zur Intercoder-Reliabilität 11.5.2). Bei der Erarbeitung und Auswertung der Freien Assoziation wurde besonderer Wert auf Verfahrensregeln gelegt. So wurden bei der qualitativen Inhaltsanalyse durchgehend qualitative Verfahrensweisen nach Mayring (2002) angewendet. Zusätzlich wurde bei der weiterführenden Auswertungsstrategie der Conversion Mixed-Data Analysis auf Nachvollziehbarkeit geachtet, und es wurden Prinzipien der quantitativen Methoden einbezogen. Durch dieses systematische Vorgehen kann das Gütekriterium der Regelgeleitetheit weitestgehend als erfüllt betrachtet werden. Eine kommunikative Validierung mit den Probanden erfolgte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht. Das Gütekriterium der Nähe zum Gegenstand konnte für die Freie Assoziation nicht erfüllt werden, da durch die Assoziationen erfasst wurde was Probanden frei mit den Farben assoziierten. Die Nähe zum Gegenstand wurde in der gesamten Arbeit durch die Methodentriangulation sichergestellt.

12. „Von gar nicht sicher zu sehr sicher" – Die Kartensortierung als Methode zur Abstufung von Farben

12.1 Zusammenfassung Kartensortierung

Bei der Kartensortierung hatte jeder Proband die Aufgabe, sieben farbige Karten in den Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in eine Rangordnung in Bezug auf die Kategorie *Sicherheit,* von *gar nicht sicher* bis *sehr sicher,* zu legen.

KS Forschungsfrage 1 betrachtete die Rangordnungen und untersuchte die Gültigkeit der Ampelanalogie. Die Ergebnisse bestätigten die Ampelanalogie. Die Farbfolge Rot – Orange – Gelb – Grün stellt in Bezug auf die Kategorie Sicherheit eine eindeutige Abstufung von Sicherheit von *gar nicht sicher* bis *sehr sicher* dar. Im direkten Vergleich konnte für alle Farben, bis auf die Farben Grün und Weiß, eine eindeutige Rangordnung wie folgt festlegt werden:

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Grün/[25]Weiß

Die Farben Grün und Weiß wurden als am sichersten eingeordnet, unterschieden sich jedoch nicht eindeutig. Die Ergebnisse zur Farbe Grün bestätigen die Erkenntnisse der Warnungsforschung und die grundsätzlichen Vorgaben für den Einsatz als Sicherheitsfarbe. Die Farbe Rot stellt eindeutig gar keine Sicherheit dar und ist damit nicht geeignet, als Sicherheitsfarbe verwendet zu werden. Die Farben Orange und Gelb werden eher als nicht sicher, aber sicherer als die Farbe Rot aufgefasst. Der Einsatz dieser beiden Farben zur Abstufung von mittlerer Sicherheit bzw. Gefahr kann deshalb für die Praxis empfohlen werden. Die Farbe Blau scheint nicht geeignet, um für sich stehend Sicherheit abzubilden, auch wenn die Verteilung der Zuordnungen der Farbe Blau eine leichtere Tendenz zu Sicherheit als zu Gefahr aufwies als z.B. die Farbe Lila. Die Farbe Lila wird als mittlere Stufe zwischen gar nicht sicher bis sicher eingeschätzt. Ist es notwendig, neben den vier Ampelfarben weitere Abstufungen von Sicherheit zwischen Gelb und Grün einzuführen, scheinen die Farben Lila und Blau dennoch geeignet. Die Farbe Weiß sollte eher als neutrale Farbe oder für allgemeine Informationen genutzt werden, z. B. als Hintergrundfarbe für Hinweise.

Sowohl in KS Forschungsfrage 1 wie in KS Forschungsfrage 2, in der die einzelnen Teilstichproben untersucht wurden, muss der der mittlere Bereich der Rangordnung (Rang 3, 4 und 5) als Besonderheit aufgefasst werden. Die Ergebnisse zum mittleren Bereich geben nicht eindeutig Aufschluss darüber, ob die Probanden diesen Bereich tatsächlich als Mitte zwischen den Extremen *gar nicht sicher* bis *sehr sicher* oder als *neutrale* Mitte interpretier-

[25] Der Schrägstrich zwischen den beiden Farben verdeutlicht nicht-signifikante Unterschiede zwischen einem Farbpaar auf Basis des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests.

ten. Dies gilt insbesondere für die Farbe Weiß. Es ist anzunehmen, dass die vorliegenden Rangordnungen eine Mischform dieser Interpretationen der Probanden enthalten.

KS Forschungsfrage 2 betrachtete die Rangordnungen der Teilstichproben DE, KR, RU und US getrennt voneinander. Untersucht wurden die Rangordnungen in Bezug auf die Kategorie Sicherheit und die Bestätigung der Ampelanalogie. Die Ergebnisse aller Teilstichproben bestätigen die Ampelanalogie. Bezüglich einzelner Farben zeigten sich Besonderheiten:

In der Teilstichprobe DE konnte im direkten Vergleich der Farben eine eindeutige Rangordnung festlegt werden. Die Ampelanalogie kann für die Teilstichprobe DE eindeutig wie folgt bestätigt werden:

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

In der Teilstichprobe KR konnte im direkten Vergleich der Farben, außer bezüglich der Farben Gelb und Lila sowie Blau und Weiß, eine eindeutige Rangordnung festgelegt werden. Die Ampelanalogie kann für die Farbfolge Rot – Orange – Gelb – Grün bestätigt werden. Die zugehörige Rangordnung lautet hier:

Rot – Orange – Gelb/Lila – Blau/Weiß – Grün

In der Teilstichprobe RU konnte im direkten Vergleich der Farben keine ganz eindeutige Abstufung für die Farben Gelb und Orange, Orange und Lila sowie Grün festgelegt werden. Die Ampelanalogie gilt hier für die Farben Rot und Grün. Sie gilt zwar auch für die Farben Gelb und Orange als bestätigt, allerdings stellen die beiden Farben in dieser Teilstichprobe keine eindeutige Abstufung, sondern gleichermaßen mittlere Sicherheit dar. Die zugehörige Rangordnung der Teilstichprobe RU lautet:

Rot – Gelb/Orange/Lila – Blau – Weiß/Grün

In der Teilstichprobe US konnte im direkten Vergleich der Farben eine eindeutige Rangordnung festlegt werden. Die Ampelanalogie kann für diese Teilstichprobe somit eindeutig bestätigt werden. Als Besonderheit zeigte sich in der Teilstichprobe US, dass die Farbe Weiß als sicherer eingestuft wurde als die Farbe Grün. Die zugehörige Rangordnung lautet:

Rot – Orange – Gelb – Blau – Lila – Grün – Weiß

KS Forschungsfrage 3 verglich die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Rangordnungen zwischen den Teilstichproben und den einzelnen Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange anhand des Schemas *Urgency Mapping*. Dafür wurden aus den Rängen 1 bis 7 drei Blöcke gebildet, um das Ausmaß von Sicherheit abzubilden: *Block 1: Gar nicht sicher*, *Block 2: Mittlere Sicherheit* und *Block 3: Sehr sicher*. Bei der Auswertung der einzelnen Farben und deren Verteilungen in die Blöcke 1 bis 3 des Urgency Mappings zeigten sich, wie erwartet, einige Unterschiede zwischen den Teilstichproben, die jedoch weniger stark ausfielen als erwartet. In Bezug auf die Verteilungen kann insgesamt angemerkt werden,

dass die Probanden der Teilstichprobe RU durchweg am wenigsten Einigkeit bezüglich der Einordnung der Farben zeigten.

Block 1: Gar nicht sicher (Rang 1 und 2) wurde vor allem durch die Farben Rot und Orange abgebildet. Die Farbe Rot wurde über alle Teilstichproben hinweg als Extremum im Sinne von *gar nicht sicher* betrachtet und erzeugte damit das eindeutigste Ergebnis. Die Farbe Orange kann als Abstufung von Rot und als unsicher betrachtet werden. In *Block 2: Mittlere Sicherheit* (Rang 3, 4 und 5) wurden die Farben Gelb, Lila und Blau eingeordnet. Unterschiede zeigten sich vor allem in diesem Block. Die Farbe Gelb wurde am eindeutigsten in allen Teilstichproben im Sinne von mittlerer Sicherheit eingeschätzt und grenzte sich von der Farbe Orange ab. Die Farbe Lila wurde ebenfalls in allen Teilstichproben mit einer mittleren Sicherheit eingeschätzt. Auch wenn die Ergebnisse zeigen, dass die Farbe Lila als sicherer als die Farbe Gelb eingeschätzt wurde, kann die Nutzung dieser beiden Farben aufgrund fehlender Trennschärfe nicht empfohlen werden. Die Farbe Blau wurde im Sinne einer mittleren Sicherheit, aber sicherer als die Farben Gelb und Lila eingestuft. In *Block 3: Sehr sicher* (Rang 6 und 7) wurden vor allem die Farben Grün und Weiß, aber auch Blau (Teilstichprobe KR) abgebildet. In Bezug auf die Farbe Grün zeigte sich über alle Teilstichproben hinweg ein weniger deutliches Bild als durch die Ampelanalogie angenommen. Grün wurde zwar grundsätzlich als *sehr sicher* bzw. im Sinne einer *mittleren Sicherheit* betrachtet, ihre Einordnung interferierte aber mit der Zuordnung der Farbe Weiß. Die Farbe Weiß wurde in *Block 3: Sehr sicher* (DE, US) und in *Block 2: Mittlere Sicherheit* (KR, RU) eingeordnet. Am deutlichsten zeigte sich die Interpretation der Farbe Weiß als *sehr sicher* bei der Teilstichprobe US. Da offensichtlich die Farben Weiß und Blau einen Einfluss auf die Einschätzung der Farbe Grün hatten, erscheint die Nutzung der drei Farben zur Kennzeichnung von Sicherheit als nicht sinnvoll und die Farbe Grün sollte verwendet werden.

Sollen die betrachteten Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit angewendet werden, müssen ihre Zuordnungen in das Schema Urgency Mapping einbezogen werden. Die Blöcke 1 bis 3 können dabei als Sicherheitscluster betrachtet werden. Die Ergebnisse zeigen eine fehlende Trennschärfe insbesondere in Bezug auf die Farben Gelb, Lila und Blau sowie Blau, Weiß und Grün. Da dies einen Hinweis auf Probleme in der eindeutigen Unterscheidung gibt und somit die Farbgestaltung als nicht unbedingt intuitiv verständlich erscheint, sollten bei der Verwendung von mehr als der vier Farben (Rot, Orange, Gelb und Grün) Maßnahmen wie Schulungen oder der Einsatz von Legenden dabei unterstützen, die Farbkodierung verständlich und trennscharf zu machen.

12.2 Einführung zur Methode der Kartensortierung

Die Methode *Kartensortierung* (engl. Card Sorting), im Folgenden abgekürzt KS, wird in verschiedenen Fachrichtungen seit über hundert Jahren angewendet (Hudson, 2014). Dabei werden Probanden bzw. mögliche Nutzer aufgefordert, vorgegebene oder selbsterstellte Karten aus einem bestimmten Anwendungsbereich zu ordnen. Hannah (2005) beschreibt, dass die Ziele und der Ablauf der Kartensortierung unterschiedlich ausfallen können, je nachdem in welchem Anwendungsbereich die Methode durchgeführt wird (z. B. Mensch-Maschine-Interaktion, Neurologie). Aus Sicht der nutzerorientierten Gestaltung kann die Methode der Kartensortierung beschrieben werden als „[…] a technique used in software and product design to understand relationships between items, to group items into categories, and to understand users' mental models of item organization" (Capra, 2005, S. 691). Die Kartensortierung ermöglicht also einen Zugang zu Denkmodellen, Einstellungen und Erwartungen der Nutzer, aber auch zu Ähnlichkeit und Nähe von Inhalten bzw. Assoziationen (z. B. in Hudson, 2014).

Die zu sortierenden Karten repräsentieren für die Fragestellung relevante Inhalte und werden den Probanden zur Verfügung gestellt, z. B. als Inhalte einer Internetseite. Oft können die Probanden zusätzliche selbstbeschriftete Karten hinzufügen. Es werden zwei grundlegende Arten der Kartensortierung unterschieden: die offene Kartensortierung (engl. Open Card Sorting) und die geschlossene Kartensortierung (engl. Closed Card Sorting, z. B. in Schilb, 2003; Spencer & Warfel, 2004). Bei der offenen Kartensortierung werden Probanden aufgefordert, die Karten in selbstdefinierte Kategorien zu sortieren, die ihnen angemessen erscheinen (z. B. in Hannah, 2005; Spencer & Warfel, 2004). Für die geschlossene Kartensortierung werden die Karten bereits vorhandenen, d. h. vom Versuchsleiter vorgegebenen, Kategorien zugeordnet.

In dieser Arbeit wurde als Methode eine *vereinfachte geschlossene Kartensortierung* verwendet. Die Probanden hatten die Aufgabe, die sieben betrachteten Farben in Bezug auf die vorgegebene *Kategorie Sicherheit* in eine *Rangordnung von gar nicht sicher* bis *sehr sicher* zu sortieren. Die Bildung von Rangordnungen gilt in der Warnungsforschung als adäquates Mittel zur Untersuchung von Gefahrenabstufungen (Chapanis, 1994; Kline et al., 1993). Die Ergebnisse der Kartensortierung durch die Probanden gab Aufschluss über die Priorisierung der einzelnen Farben anhand der Kategorie *Sicherheit*. In die Auswertung wurden Verhältnisse zwischen den betrachteten Farben einbezogen, um die Ampelanalogie zu überprüfen. Zusätzlich können in Kartensortierungen Vergleiche verschiedener Nutzergruppen durchgeführt werden (z. B. in Courage & Baxter, 2005; Hannah, 2005); dies ermöglichte in dieser Arbeit den Vergleich zwischen den vier Teilstichproben.

12.3 Forschungsfragen Kartensortierung

Obwohl für die vorliegende Kartensortierung Hypothesen im engeren Sinn des experimentellen Paradigmas nur eingeschränkt aufgestellt werden können, lassen sich dennoch Forschungsfragen formulieren. Bei der Kartensortierung sollten die Probanden sieben farbige Karten anhand der persönlich eingeschätzten Sicherheit in eine Rangordnung bringen. Für die Auswertung der Kartensortierung wurden folgende Forschungsfragen betrachtet:

KS Forschungsfrage 1

Bestätigt die gebildete Rangordnung der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorie *Sicherheit* die Ampelanalogie?

KS Forschungsfrage 2

Welche Rangordnung der betrachteten Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange wird in Bezug auf die Kategorie *Sicherheit* von einer Teilstichprobe gebildet? Kann aus der gebildeten Rangordnung die Ampelanalogie bestätigt werden?

KS Forschungsfrage 3

Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede zeigen sich zwischen den betrachteten Farben der Teilstichproben DE, KR, RU und US in der Kategorie *Sicherheit*?

12.4 Die Methode der Kartensortierung

12.4.1 Stichprobe

Die Stichprobe der KS setzt sich aus deutschen, koreanischen, russischen und US-amerikanischen Probanden zusammen. Eine detaillierte Beschreibung der Stichprobe bzw. der Teilstichproben sowie der Versuchsleiter befindet sich in Abschnitt 9.7.

12.4.2 Material und Ablauf

Jeder Proband hatte die Aufgabe, sieben farbige Karten in eine Rangordnung in Bezug auf die Kategorie *Sicherheit* zu bringen. Jedem Probanden wurde derselbe Kartensatz vorgelegt. Jede Karte hatten eine Größe von 7,2 cm (Höhe) mal 9,9 cm (Breite). Auf jeder Karte wurde zentriert eine Farbe in Form eines abgerundeten Rechtecks mit einer Größe von 4,5 cm (Höhe) mal 7,5 cm (Breite) dargestellt. Die Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange stellten in der Kartensortierung das visuelle Reizmaterial dar. Der Hintergrund der Karte war hellgrau eingefärbt. Die verwendeten Farben werden in Abschnitt 9.6 anhand des RAL-Farbsystems beschrieben. Für eine bessere Handhabung und Haltbarkeit wurden alle Karten

einzeln laminiert. Bevor die Karten den Probanden ausgehändigt wurden, durchmischte der Versuchsleiter den Kartensatz. Abbildung 46 zeigt eine Karte mit der Farbe Grün, die sieben verwendeten Karten befinden sich in Anhang D – 1.

Abbildung 46. Beispiel für eine Karte aus der Kartensortierung (Farbe Grün).

Die Instruktionen für die Kartensortierung wurden auf einem 15-Zoll-Bildschirm präsentiert. Jedem Probanden wurde die folgende Anleitung, entsprechend der Teilstichprobe in deutscher, koreanischer, russischer oder englischer Sprache, präsentiert:

Legen Sie bitte die farbigen Kärtchen so von links nach rechts, dass sie Ihrer subjektiv wahrgenommenen Sicherheit entsprechen.

Die linke Seite entspricht dabei „gar nicht sicher", die rechte Seite „sehr sicher".

Im Anhang D - 2 befinden sich die Übersetzungen der Instruktion. Die Probanden wurden von den Versuchsleitern aufgefordert, alle farbigen Karten in eine eindeutige Reihenfolge zu legen und keinen Rangplatz mehrfach zu besetzen. Die von den Probanden gelegte Rangordnung wurde handschriftlich durch den Versuchsleiter erfasst (vgl. S. 2 des Versuchsleiterbogens Anhang A - 4) und anschließend in eine Auswertungstabelle übertragen.

12.4.3 Datenaufbereitung und Auswertungsstrategie

Die Methode der Kartensortierung kann sowohl für die Erfassung von qualitativen als auch quantitativen Daten genutzt werden (z. B. in Hudson, 2014). In der vorliegenden Arbeit wurde bei der geschlossenen Kartensortierung eine quantitative Auswertung ohne eine spezielle Auswertungssoftware von Kartensortierungen durchgeführt. Aus den verwendeten Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange ergab sich eine siebenstufige Rangordnung der Farben von *gar nicht sicher* (Rangplatz 1) bis *sehr sicher* (Rangplatz 7). Zunächst wurden den Vorgaben von Lamantia (2003) folgend die Daten aufbereitet und für KS Forschungsfrage 1 und 2 die Häufigkeitsverteilungen der Farben in Bezug auf die Rangplätze

deskriptiv beschrieben. Für die weiterführenden quantitativen Auswertungen (KS Forschungsfrage 1, 2 und 3) wurden nicht-parametrische Auswertungsmethoden verwendet, z. B. der Friedman-Test und der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test (Field, 2009). Für einen Vergleich der Verteilungen einzelner Farben zwischen den Teilstichproben wurden Boxplots nach Zaiontz (2013-2015) genutzt (KS Forschungsfrage 3). McGill, Tukey und Larsen (1978) beschreiben *Boxplots* als nützliche Visualisierung in der *Exploratory Data Analysis*. Boxplots bieten demnach die Möglichkeit, in aggregierter Form unerwartete Muster und Trends in Verteilungen aufzudecken sowie den Vergleich der Verteilungen verschiedener Gruppen ohne konkrete Hypothesen zu testen (Bakker et al., 2005). Zur Auswertung herangezogen wurde die *Center and Spread Perspective* nach Biehler (1997). Dabei werden zunächst die *Center*, also die Mediane der Verteilungen anhand der Kategorie Sicherheit verglichen, dann werden die *Spreads*, also die Spannweiten bzw. *Ranges* (Größe der Boxen), und Besonderheiten der Verteilungen diskutiert.

12.5 Ergebnisse Kartensortierung

12.5.1 Ergebnisse KS Forschungsfrage 1: Die Untersuchung der Ampelanalogie anhand der Kategorie Sicherheit

Die Kartensortierung sollte Aufschluss über die Rangordnung der betrachteten Farben in Bezug auf die Kategorie *Sicherheit* geben. Zusätzlich wurde die Ampelanalogie anhand folgender Forschungsfrage untersucht:

KS Forschungsfrage 1

Bestätigt die gebildete Rangordnung der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorie *Sicherheit* die Ampelanalogie?

In einem ersten Schritt wurden die Häufigkeitsverteilungen jeder Farbe in Bezug auf die siebenstufige Rangordnung berechnet. Tabelle 26 zeigt die absoluten Häufigkeiten der betrachteten Farben geordnet nach den Rangordnungen.

Tabelle 26

Überblick über die absoluten Häufigkeiten der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorie Sicherheit geordnet nach den Rangordnungen von 1 = gar nicht sicher bis 7 = sehr sicher

Farbe	Rangplatz						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Weiß	8	5	5	45	24	23	94
Grün	5	6	7	34	30	56	66
Rot	173	14	1	6	7	0	3
Blau	4	13	11	43	66	49	18
Gelb	3	20	124	21	8	23	5
Lila	7	11	26	50	57	40	13
Orange	4	135	30	5	12	13	5
Summe Spalte	204	204	204	204	204	204	204

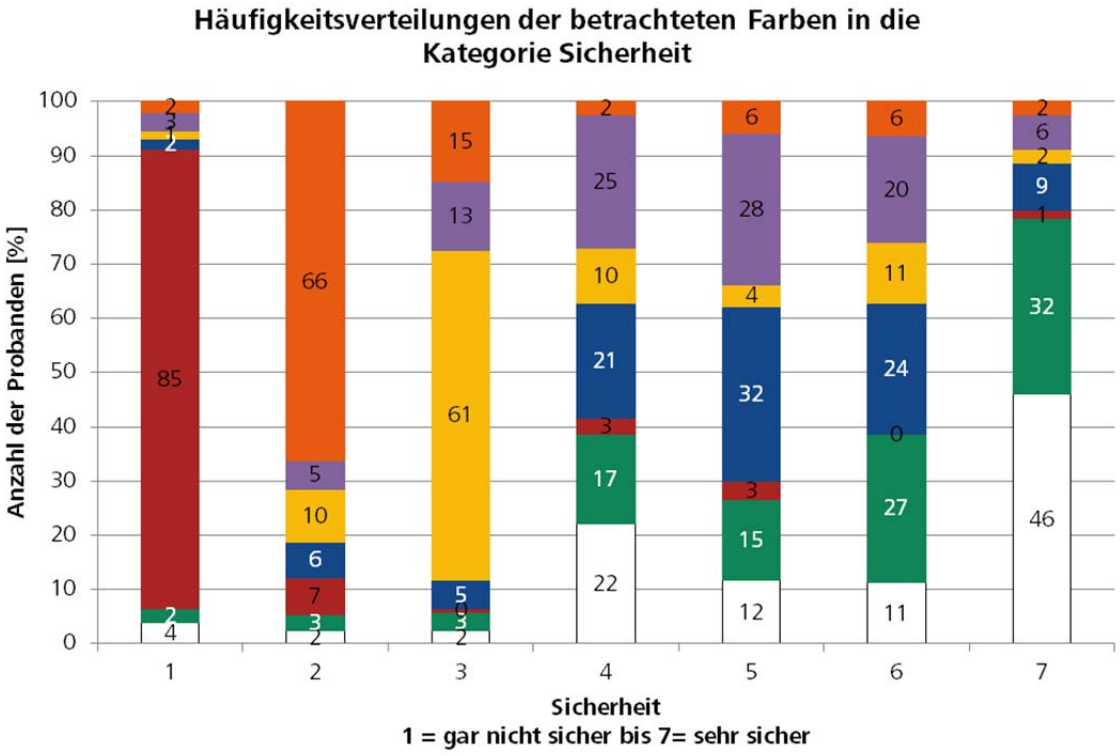


Abbildung 47. Häufigkeitsverteilungen (gerundete Werte) der Kartensortierung der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorie Sicherheit von gar nicht sicher bis sehr sicher.

Eine erste Bestätigung der Ampelanalogie zeigte sich bei der explorativen Sichtung der Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Farben per Augenschein (vgl. Abbildung 47). Aus diesem Grund wurden zunächst die auffälligsten Werte der Häufigkeitsverteilungen der Farben

rein deskriptiv in Bezug auf die Ränge von *gar nicht sicher* (Rang 1) bis *sehr sicher* (Rang 7) beschrieben:

- Die Farbe Rot wurde als *gar nicht sicher* eingestuft (Rang 1; 85 %), gefolgt von den Farben Orange (Rang 2; 66 %) und Gelb (Rang 3; 61 %).
- Die Ränge 4 bis 7 waren weniger eindeutig besetzt. Zur Auswertung wurden daher die höchsten Häufigkeiten der Zuordnungen zur Beschreibung herangezogen:
- Die Farbe Grün (Rang 6; 27 %) und die Farbe Weiß (Rang 7; 46 %) wurden als am sichersten eingestuft. Beide Farben wurden auch den mittleren Rängen von 4 bis 6 zugeordnet, wobei die Farbe Grün insgesamt eine stärkere Tendenz zu sehr sicher aufwies als die Farbe Weiß und die Farbe Weiß vergleichsweise einen hohen Wert in Rang 4 (22 %) annahm.
- Die Farbe Lila besetzte Rang 4 (25 %), gefolgt von der Farbe Blau (Rang 5; 32 %). Beide Farben konnten somit als mittlerer Bereich der Rangordnung betrachtet werden.

Die Ampelanalogie kann somit als bestätigt betrachtet werden. Dennoch zeigte sich für die Farbe Grün ein weniger deutliches Bild als durch die Ampelanalogie erwartet. Dies lässt sich unter anderem durch die Einstufung der Farbe Weiß als *sehr sicher* erklären. Beide Farben wurden eher den sicheren Rängen zugordnet. Dies zeigte sich auch in der Betrachtung der Mittelwerte und Mediane, wie Tabelle 27 zeigt:

Tabelle 27

Zugewiesene Ränge der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange aufgrund der Mittelwerte und zugehörige Standardabweichungen sowie Mediane

Farbe	Rang von *M*	*M*	*SD*	*Mdn*
Rot	1	1.39	1.13	1
Orange	2	2.73	1.38	2
Gelb	3	3.49	1.26	3
Lila	4	4.52	1.42	4
Blau	5	4.83	1.37	5
Grün	6	5.50	1.51	6
Weiß	7	5.53	1.69	6

Die zugeordneten Ränge der Farben unterschieden sich signifikant, da $X^2_F(6; n = 204) = 963.62$; $p < .001$. Aufgrund des sehr hohen X^2_F-Werts musste jedoch angenommen werden, dass die beobachteten Häufigkeitsverteilungen nicht auf eine Zufallswahrscheinlichkeit zurückzuführen sind. Eine Post-hoc-Analyse anhand des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests überprüfte für alle Farbpaare, ob signifikante Unterschiede in den Rängen der Farben vorlagen (vgl. Tabelle 52 im Anhang D - 4).

Die Ampelanalogie konnte für die vorliegende Rangordnung bestätigt werden. Die Mediane der Farben Grün und Weiß unterschieden sich jedoch nicht signifikant voneinander. Zusammenfassend konnte folgende Rangordnung statistisch bestätigt werden:

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Grün/[26]Weiß

12.5.2 Ergebnisse KS Forschungsfrage 2: Die Untersuchung der Ampelanalogie in den Teilstichproben

KS Forschungsfrage 2 setzte den Schwerpunkt auf die Untersuchung der Rangordnung der betrachteten Farben innerhalb einer Teilstichprobe. Die Daten der Teilstichproben DE, KR, RU und US werden deswegen im Folgenden getrennt voneinander betrachtet. Dafür wurden die zugehörigen Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Farben bestimmt. Die Häufigkeitstabellen befinden sich im Anhang (vgl. Anhang D - 5) In einem nächsten Schritt wurden Friedman-Tests für einfaktorielle Messwiederholungspläne gerechnet. Für die Post-hoc-Analysen wurden Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests genutzt. Die Bedeutsamkeit der Ampelanalogie in jeder Teilstichprobe wurde anhand folgender Forschungsfrage untersucht:

KS Forschungsfrage 2

Welche Rangordnung der betrachteten Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange wird in Bezug auf die Kategorie *Sicherheit* von einer Teilstichprobe gebildet? Kann aus der gebildeten Rangordnung die Ampelanalogie bestätigt werden?

Im Folgenden werden die Ergebnisse getrennt nach den Teilstichproben dargestellt. Ein Vergleich der Teilstichproben erfolgt in KS Forschungsfrage 3 (vgl. Abschnitt 12.5.3).

[26] Der Schrägstrich zwischen den beiden Farben verdeutlicht nicht-signifikante Unterschiede zwischen einem Farbpaar auf Basis des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests.

12.5.2.1 Ergebnisse KS Forschungsfrage 2: Rangordnung der Teilstichprobe DE

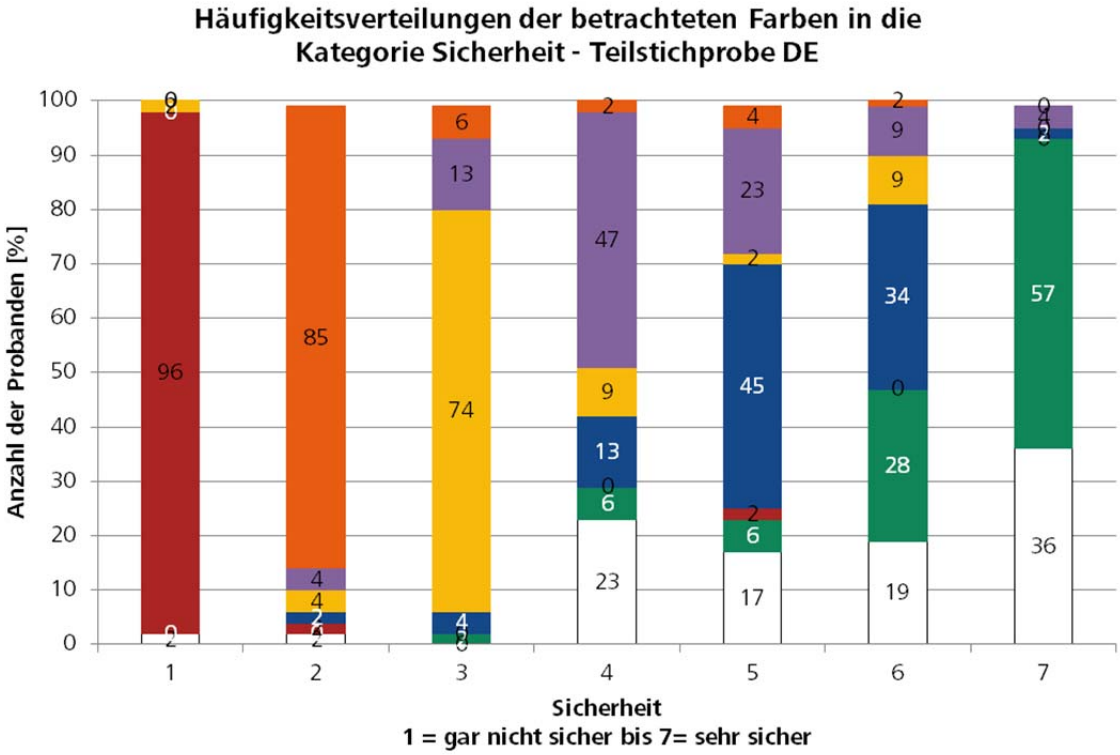


Abbildung 48. Häufigkeitsverteilungen (gerundete Werte) der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorie Sicherheit von gar nicht sicher bis sehr sicher für die Teilstichprobe DE.

Eine erste Bestätigung der Ampelanalogie in der Rangordnung zeigte sich bei einer explorativen Sichtung der Häufigkeitsverteilungen der betrachteten Farben per Augenschein (vgl. Abbildung 48). Aus diesem Grund werden zunächst die auffälligsten Werte der Häufigkeitsverteilungen der Farben rein deskriptiv in Bezug auf die Ränge von *gar nicht sicher* (Rang 1) bis *sehr sicher* (Rang 7) beschrieben:

- Die Farbe Rot wurde als gar nicht sicher eingestuft (Rang 1; 96 %), gefolgt von den Farben Orange (Rang 2; 85 %) und Gelb (Rang 3; 75 %).
- Die Farbe Grün (Rang 7; 57 %) wurde als sehr sicher eingestuft.
- Die Farbe Weiß verteilte sich über die Ränge 4 bis 7 und wurde eher als sicher eingestuft. Sie erzielte auf keinem Rangplatz den höchsten Wert.
- Die Farbe Lila (Rang 4; 47 %) lag in der Mitte.
- Die Farbe Blau (Rang 5; 45 % bzw. Rang 6; 34 %) lag wie die Farbe Lila in der Mitte, jedoch mit einer deutlicheren Tendenz zu *sicher*.

Die Ampelanalogie wurde somit in der Teilstichprobe DE deutlich bestätigt. Die zeigte sich auch in der Betrachtung der Mittelwerte und Mediane:

Tabelle 28

Zugewiesene Ränge der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange aufgrund der Mittelwerte und zugehörige Standardabweichungen sowie Mediane für die Teilstichprobe DE

Farbe	Rang von *M*	*M*	*SD*	*Mdn*
Rot	1	1.11	.6	1
Orange	2	2.32	.89	2
Gelb	3	3.30	1	3
Lila	4	4.32	1.09	4
Blau	5	5.11	.96	5
Weiß	6	5.53	1.47	6
Grün	7	6.32	1	7

Die zugeordneten Ränge der Farben unterschieden sich signifikant in der Teilstichprobe DE, da $X^2_{F\text{-}DE}(6; n = 47) = 263.64$; $p < .001$. Aufgrund des sehr hohen X^2_F-Werts musste jedoch angenommen werden, dass die beobachteten Häufigkeitsverteilungen nicht auf eine Zufallswahrscheinlichkeit zurückzuführen sind. Eine Post-hoc-Analyse anhand des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests bestätigte für alle Farbpaare signifikante Unterschiede in den Rängen der Farben (vgl. Tabelle 57 in Anhang D - 6).

Die Ampelanalogie konnte für die vorliegende Rangordnung bestätigt werden. Folgende Rangordnung wurde für die Teilstichprobe DE statistisch bestätigt:

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

12.5.2.2 Ergebnisse KS Forschungsfrage 2: Rangordnung der Teilstichprobe KR

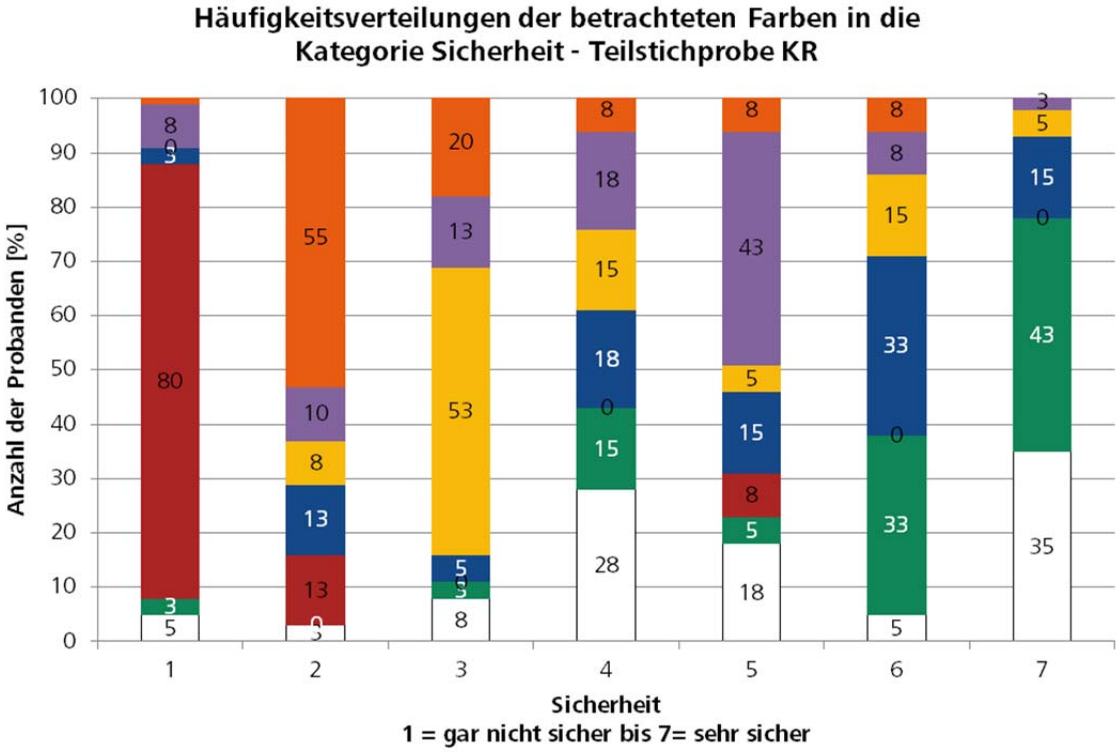


Abbildung 49. Häufigkeitsverteilungen (gerundete Werte) der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorie Sicherheit von gar nicht sicher bis sehr sicher für die Teilstichprobe KR.

Eine erste Bestätigung der Ampelanalogie zeigte sich bei einer explorativen Sichtung der Häufigkeitsverteilungen der betrachteten Farben per Augenschein (vgl. Abbildung 49). Aus diesem Grund werden zunächst die auffälligsten Werte der Häufigkeitsverteilungen der Farben rein deskriptiv in Bezug auf die Ränge von *gar nicht sicher* (Rang 1) bis *sehr sicher* (Rang 7) beschrieben:

- Die Farbe Rot wurde als gar nicht sicher eingestuft (Rang 1; 80 %), gefolgt von den Farben Orange (Rang 2; 55 %) und Gelb (Rang 3; 53 %).
- Die Farbe Grün (Rang 7; 57 %) wurde als am sichersten eingeordnet. Weiterhin teilten sich die Farben Blau und Grün Rang 6 mit jeweils 33 %.
- Die Farbe Weiß verteilte sich über die Ränge 4 bis 7. Die Farbe Weiß erzielte auf dem vierten Rangplatz den höchsten Wert (Rang 4; 28 %) und wurde am zweithäufigsten nach der Farbe Grün als sehr sicher eingeschätzt (35 %).
- Die Farbe Lila wurde allen Rängen 1 bis 7 zugeordnet, am häufigsten dem Rang 5 (43 %).

Die Ampelanalogie konnte somit in der Teilstichprobe KR für die Farbfolge Rot – Orange – Gelb und die Farbe Grün deutlich bestätigt werden. Die Farben Lila und Blau wurden über alle Ränge verteilt, belegten vor allem jedoch die mittleren Bereichen mit einer Tendenz zu sehr sicher. Die Farbe Weiß verteilte sich auf verschiedene Ränge von der Mitte (Rang 4) bis *sehr sicher* (Rang 7). Die zeigte sich auch in der Betrachtung der Mittelwerte und Mediane:

Tabelle 29

Zugewiesene Ränge der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange aufgrund der Mittelwerte und Standardabweichung sowie Mediane für die Teilstichprobe KR

Farbe	Rang von *M*	*M*	*SD*	*Mdn*
Rot	1	1.43	1.08	1
Orange	2	2.85	1.31	2
Gelb	3	3.83	1.39	3
Lila	4	4.10	1.48	5
Blau	5	4.88	1.7	5
Weiß	6	5.05	1.77	5
Grün	7	5.88	1.4	6

Die zugeordneten Ränge der Farben unterschieden sich signifikant in der Teilstichprobe KR, da $X^2_{F\text{-}KR}(6; n = 40) = 198.19$; $p < .001$. Aufgrund des sehr hohen X^2_F-Werts musste jedoch angenommen werden, dass die beobachteten Häufigkeitsverteilungen nicht auf eine Zufallswahrscheinlichkeit zurückzuführen sind. Eine Post-hoc-Analyse anhand des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests bestätigte für einige Farbpaare signifikante Unterschiede (vgl. Tabelle 58 in Anhang D - 6) in den Rängen der Farben.

Für die Farben Rot, Orange, Gelb und Grün konnte die Ampelanalogie bestätigt werden. Die Farben Lila und Gelb sowie Blau und Weiß unterschieden sich jedoch nicht signifikant. Es konnte zusammenfassend folgende Rangordnung für die Teilstichprobe KR statistisch bestätigt werden:

Rot – Orange – Gelb/[27]Lila – Blau/Weiß – Grün

[27] Der Schrägstrich zwischen den beiden Farben verdeutlicht nicht-signifikante Unterschiede zwischen einem Farbpaar auf Basis des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests.

12.5.2.3 Ergebnisse KS Forschungsfrage 2: Rangordnung der Teilstichprobe RU

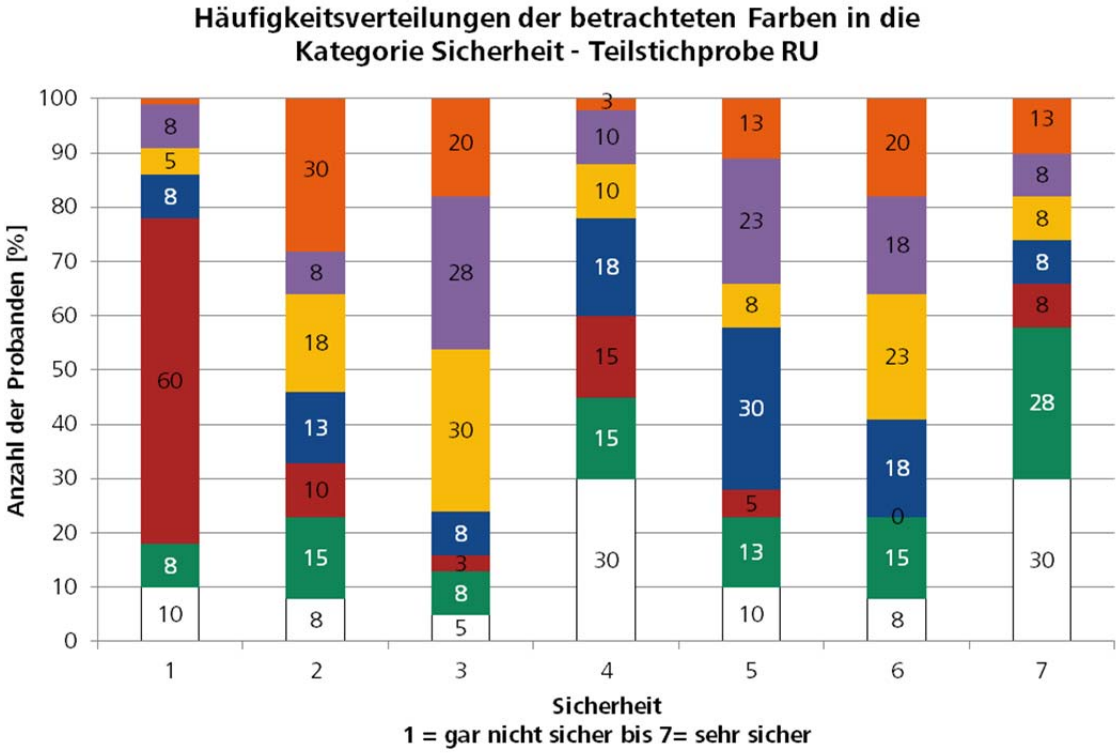


Abbildung 50. Häufigkeitsverteilungen (gerundete Werte) der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorie Sicherheit von gar nicht sicher bis sehr sicher für die Teilstichprobe RU.

Zunächst erfolgte eine explorative Sichtung der Häufigkeitsverteilungen der betrachteten Farben per Augenschein (vgl. Abbildung 50). Insgesamt fiel die Belegung der Ränge der Farben in dieser Teilstichprobe weniger deutlich aus als bei den anderen Teilstichproben. So wurde z. B. die Farbe *Grün* allen Rängen zugeordnet und demnach als *eher nicht sicher* eingestuft. Ebenso wurde aber auch die Farbe Rot als *sehr sicher* eingestuft. Im Folgenden werden die auffälligsten Werte der Häufigkeitsverteilungen der Farben rein deskriptiv in Bezug auf die Ränge von *gar nicht sicher* (Rang 1) bis *sehr sicher* (Rang 7) beschrieben:

- Die Farbe Rot wurde als gar nicht sicher eingestuft (Rang 1; 60 %), gefolgt von der Farbe Orange (Rang 2; 30 %). Die Farben Rot und Orange wurden jedoch allen Rängen zugeordnet.
- Die Farbe Gelb wurden allen Rängen zugeordnet. Die höchsten Häufigkeiten lagen bei Rang 3 (30 %) und Rang 6 (23 %).
- Die Farbe Grün wurde ebenfalls in alle Rängen einsortiert, am häufigsten jedoch in Rang 7: sehr sicher (28 %).

- Die Farbe Weiß verteilte sich über die Ränge 4 bis 7 und wurde eher als Mitte (Rang 4; 30 %) bis sehr sicher eingestuft (Rang 7; 28 %).
- Die Farbe Lila wurde den Rängen 1 bis 7 zugeordnet, am häufigsten dem Rang 3 (28 %).
- Die Farbe Blau wurde am häufigsten dem fünften Rang (30 %) zugeordnet.

Die Ampelanalogie konnte hier demnach nicht deutlich bestätigt werden, weshalb zu ihrer Überprüfung weitere Auswertungen herangezogen wurden. Bei der Betrachtung der Mittelwerte zeigte sich, dass die Farbe Gelb einen niedrigeren Wert als die Farbe Orange erzielte, d. h. als unsicherer eingestuft wurde. Zudem bestätigte die Betrachtung der Mediane die inhomogenen Zuordnungen der Farben.

Tabelle 30

Zugewiesene Ränge der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange aufgrund der Mittelwerte und Standardabweichung sowie Mediane für die Teilstichprobe RU

Farbe	Rang von *M*	*M*	*SD*	*Mdn*
Rot	1	2.25	1.9	1
Gelb	3	3.95	1.94	3
Orange	2	4.03	1.78	3
Lila	4	4.15	1.70	4
Blau	5	4.33	1.7	5
Weiß	6	4.65	2	4
Grün	7	4.65	2.06	5

Die zugeordneten Ränge der Farben unterschieden sich signifikant in der Teilstichprobe RU, da $X^2_{F\text{-}RU}(6;\ n = 40) = 131.79$; $p < .001$. Aufgrund des sehr hohen X^2_F-Werts musste jedoch angenommen werden, dass die beobachteten Häufigkeitsverteilungen nicht auf eine Zufallswahrscheinlichkeit zurückzuführen sind. Eine Post-hoc-Analyse anhand des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests bestätigte für einige Farbpaare signifikante Unterschiede (vgl. Tabelle 59 in D - 6).

Die Ampelanalogie konnte in der Teilstichprobe RU für die Farben Rot und Grün bestätigt werden. Sie konnte für die Farben Gelb und Orange als zwischen Rot und Grün liegend bestätigt werden, allerdings stellten diese beiden Farben in dieser Teilstichprobe keine eindeutige Abstufung von Sicherheit dar. Des Weiteren unterschieden sich die Farbpaare Grün und Weiß, Gelb und Orange sowie Orange und Lila nicht signifikant voneinander. Es konnte zusammenfassend folgende Rangordnung für die Teilstichprobe RU statistisch bestätigt werden:

Rot – Gelb/[28]Orange/Lila – Blau – Weiß/Grün

[28] Der Schrägstrich zwischen den Farben verdeutlicht nicht-signifikante Unterschiede zwischen einem Farbpaar auf Basis des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests.

12.5.2.4 Ergebnisse KS Forschungsfrage 2: Rangordnung der Teilstichprobe US

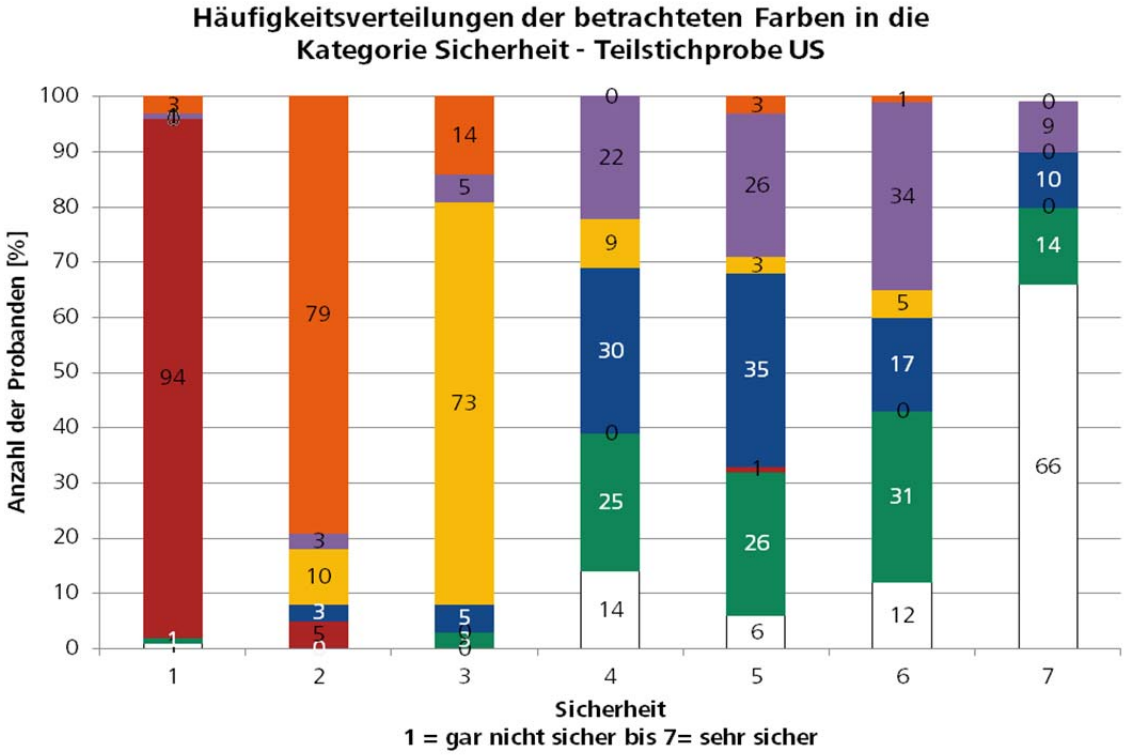


Abbildung 51. Häufigkeitsverteilungen (gerundete Werte) der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorie Sicherheit von gar nicht sicher bis sehr sicher für die Teilstichprobe US.

Eine erste Bestätigung der Ampelanalogie zeigte sich bei einer explorativen Sichtung der Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Farben per Augenschein (vgl. Abbildung 51). Aus diesem Grund werden zunächst die auffälligsten Werte der Häufigkeitsverteilungen der Farben rein deskriptiv in Bezug auf die Ränge von *gar nicht sicher* (Rang 1) bis *sehr sicher* (Rang 7) beschrieben:

- Die Farbe Rot wurde als gar nicht sicher eingestuft (Rang 1; 94 %), gefolgt von den Farben Orange (Rang 2; 79 %) und Gelb (Rang 3; 73 %).
- Die Farbe Grün lag, ähnlich wie die Farben Lila und Blau, zwischen den Rängen 4 (25 %), 5 (26 %), 6 (31 %) und 7 (14 %).
- Die Farbe Weiß verteilte sich über die Ränge 4 bis 7, wurde aber am häufigsten als sehr sicher eingestuft (Rang 7; 66 %).
- Die Farbe Lila lag vor allem zwischen den Rängen 4 (22 %), 5 (26 %), 6 (34 %) und 7 (9%). Am häufigsten wurde sie Rang 6 zugeordnet.
- Die Farbe Blau lag, ähnlich wie die Farbe Lila, zwischen den Rängen 4 (30 %), 5 (35 %), 6 (17 %) und 7 (10 %).

Die Ampelanalogie wurde in der Teilstichprobe US somit für die Farben Rot, Orange und Gelb deutlich bestätigt. Die Farben Blau, Lila und Grün wurden dem mittleren Bereich geordnet, wobei die Farbe Grün eine etwas stärke Tendenz zu *sehr sicher* zeigte. Die Farbe Weiß wurde als sehr sicher bzw. als am sichersten eingestuft. Die zeigte sich auch in der Betrachtung der Mittelwerte und Mediane:

Tabelle 31

Zugewiesene Ränge der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange aufgrund der Mittelwerte und Standardabweichung sowie Mediane für die Teilstichprobe US

Farbe	Rang von *M*	*M*	*SD*	*Mdn*
Rot	1	1.1	.5	1
Orange	2	2.25	.75	2
Gelb	3	3.19	.86	3
Blau	5	4.90	1.15	5
Lila	4	5.06	1.26	5
Grün	6	5.25	1.18	5
Weiß	7	6.25	1.26	7

Die zugeordneten Ränge der Farben unterschieden sich signifikant in der Teilstichprobe US, da $X^2_{F\text{-}US}(6; n = 77) = 432.43$; $p < .001$. Aufgrund des sehr hohen X^2_F-Werts musste jedoch angenommen werden, dass die beobachteten Häufigkeitsverteilungen nicht auf eine Zufallswahrscheinlichkeit zurückzuführen sind. Eine Post-hoc-Analyse anhand des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests bestätigte für alle Farbpaare signifikante Unterschiede (vgl. Tabelle 60 in Anhang D - 6) in den Rängen der Farben.

Die Ampelanalogie konnte in der Teilstichprobe US für die Farben Rot, Orange und Gelb eindeutig bestätigt werden. Sie gilt auch für die Farbe Grün, allerdings wurde die Farbe Weiß als am sichersten betrachtet. Es konnte zusammenfassend folgende Rangordnung für die Teilstichprobe US statistisch bestätigt werden:

Rot – Orange – Gelb – Blau – Lila – Grün – Weiß

12.5.3 Ergebnisse KS Forschungsfrage 3: Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Zuordnung der betrachteten Farben zwischen den Teilstichproben

KS Forschungsfrage 3 setzte den Schwerpunkt auf die Untersuchung der betrachteten Farben zwischen den Teilstichproben DE, KR, RU und US hinsichtlich Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Zusätzlich wurden die in KS Forschungsfrage 2 ermittelten Rangordnungen der einzelnen Teilstichproben miteinander verglichen. Dafür wurde folgende Forschungsfrage untersucht:

KS Forschungsfrage 3

Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede zeigen sich zwischen den betrachteten Farben der Teilstichproben DE, KR, RU und US in der Kategorie *Sicherheit*?

Abbildung 52 zeigt in einem Überblick die Rangordnungen der Teilstichproben DE, KR, RU und US der betrachteten Farben aus KS Forschungsfrage 2. Das Ausmaß der *Sicherheit* wird auf einem modifizierten Schema des Urgency Mappings abgebildet (vgl. Abschnitt 8.1; Edworthy & Adams, 1996), von *gar nicht sicher* (Rang 1) bis *sehr sicher* (Rang 7). Abbildung 52 zeigt, dass sich die Rangordnungen in drei Blöcke aufteilen lassen. Diese drei Blöcke sollen als adäquate Abbildung der Sicherheit bzw. der damit vermittelten Dringlichkeit durch eine Farbe verstanden werden. *Block 1: Gar nicht sicher* (Rang 1 und 2) wird hauptsächlich durch die Farben Rot und Orange abgebildet. Die Farbe Rot wurde über alle Teilstichproben hinweg als Extremum von *gar nicht sicher* betrachtet. Die Farbe Orange wurde, außer in der Teilstichprobe RU, dem Block: 1 Gar nicht sicher zugeordnet und wird daher als weniger sicher als die Farbe Gelb eingestuft. Dem *Block 2: Mittlere Sicherheit* (Rang 3, 4 und 5) wurden die Farben Gelb, Lila und Blau eingeordnet. Unterschiede zeigten sich vor allem in diesem Block. In *Block 3: Sehr sicher* (Rang 6 und 7) wurden vor allem die Farben Grün und Weiß, aber auch Blau, abgebildet. In Bezug auf die Farbe Grün zeigte sich damit ein weniger deutliches Bild für Block 3 als durch die Ampelanalogie angenommen.

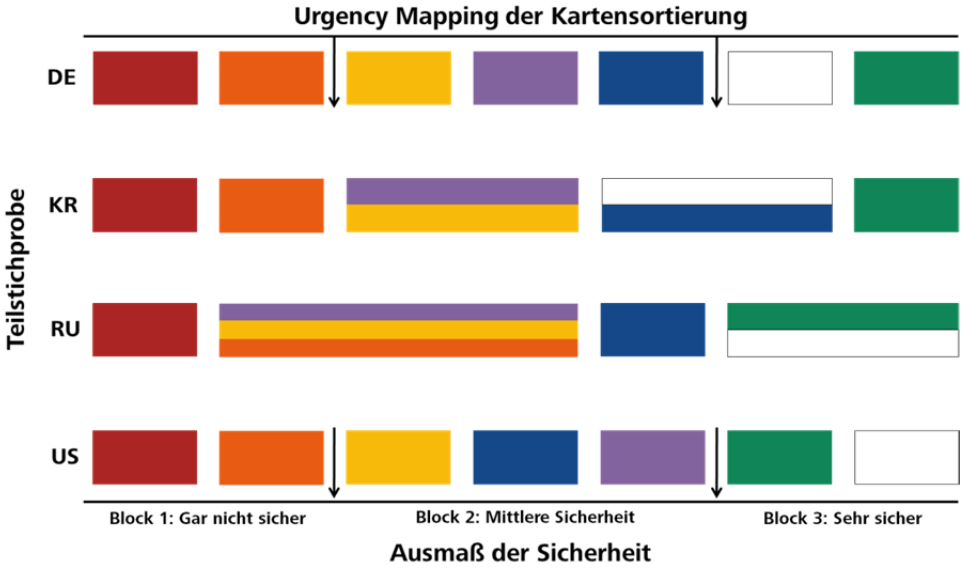


Abbildung 52. Rangordnungen der Teilstichproben DE, KR, RU und US der betrachteten Farben in Bezug auf das Ausmaß der Sicherheit im Schema des Urgency Mappings mit Block 1: Gar nicht sicher, Block 2: Mittlere Sicherheit und Block 3: Sehr sicher. Die übereinanderliegenden Farbblöcke kennzeichnen nicht eindeutige Unterschiede der Farben auf Basis des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests.

Die Konkordanzanalyse nach Kendall wurde händisch nach Bortz et al. (2008) berechnet. Die Signifikanz wurde nach Siegel und Castellan (1988) mit W_{crit} = .484 geprüft. Die geprüften Rangordnungen aus Forschungsfrage 2 können trotz der Unterschiede als hoch konkordant betrachtet werden, da *W* (6; N = 7) = .942. Nach Legendre (2005) kann Kendall's Konkordanzkoeffizient *W* nur dann als sinnvolle Übereinstimmung interpretiert werden, wenn eine angeschlossene Analyse der Korrelation nach Spearman (df = 5; Alpha = .05) zwischen einem Teilstichprobenpaar ein positiv korreliertes und signifikantes Ergebnis zeigt. Alle Rangkorrelationskoeffizienten wurden signifikant (vgl. Tabelle 61 im Anhang D - 7). Es konnten demnach Übereinstimmungen zwischen allen Rangordnungen aus KS Forschungsfrage 2 zwischen den Teilstichproben nachgewiesen werden.

Aufgrund der Ergebnisse von KS Forschungsfrage 2 und der Einbeziehung des Schemas Urgency Mapping wurde angenommen, dass dennoch Unterschiede zwischen den Teilstichproben in Bezug auf die einzelnen Farben vorliegen. Aus diesem Grund werden in einem nächsten Schritt die Verteilungen der einzelnen Farben zwischen den Teilstichproben in Boxplots anhand der drei Blöcke des Urgency Mappings verglichen. Zur Auswertung wurde die *Center and Spread Perspective* nach Biehler (1997) herangezogen. Dabei werden zunächst die *Center*, also die Mediane der Verteilungen (dicker schwarzer Balken in den Abbildungen) anhand der Kategorie Sicherheit verglichen, dann werden die *Spreads*, also die Spannweiten bzw. *Ranges* (Größe der Boxen), und Besonderheiten der Verteilungen diskutiert. Zusätzlich wurden die Mittelwerte in Form von schwarzen Dreiecken in die Boxplots eingefügt.

12.5.3.1 Ergebnisse: Vergleich der Farbe Grün zwischen den Teilstichproben

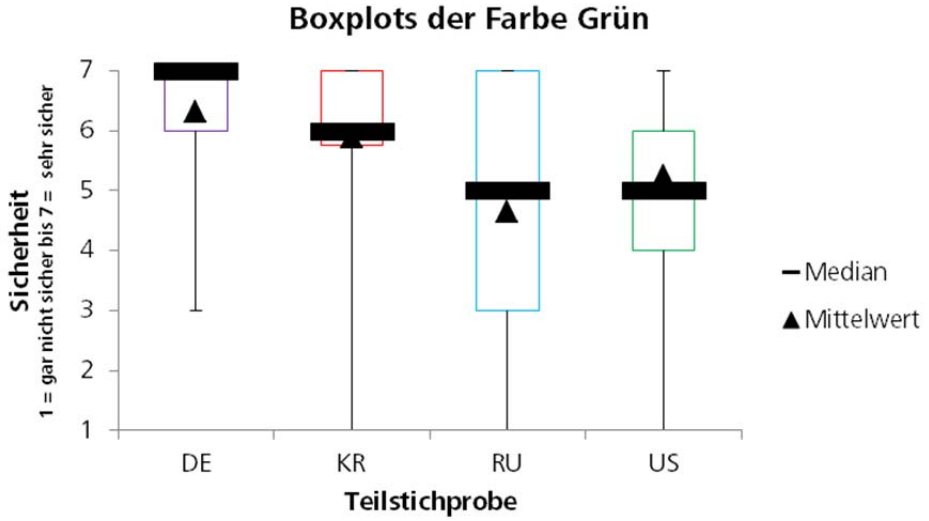


Abbildung 53. Boxplots der Farbe Grün in Bezug auf die Kategorie Sicherheit für die Teilstichproben DE, KR, RU und US.

- Betrachtung der Mediane:

  Die Zuordnung der Farbe Grün war über alle Teilstichproben hinweg weniger eindeutig als von der Ampelanalogie ausgehend erwartet. Insgesamt wurde die Farbe Grün in allen Teilstichproben in die Bereiche von mittlerer Sicherheit bis zu sehr sicher eingeordnet. In der Kartensortierung der Farbe Grün ließen sich dennoch Unterschiede feststellen. Bei den Teilstichproben DE und KR wurde die Farbe Grün in den *Block 3: Sehr sicher* eingeordnet. Die Mediane der Teilstichproben RU und US zur Farbe Grün lagen auf Rang 5 und konnten somit in *Block 2: Mittlere Sicherheit* eingestuft werden.
- Betrachtung der Spannweite der Boxplots und Besonderheiten der Verteilungen:

  75 Prozent der Farbkarten der Teilstichproben DE und KR wurden eine Sicherheit von 6 bis 7 zugeordnet, sie konnten deshalb im Sinne von *Block 3: sehr sicher* interpretiert werden. In der Teilstichprobe DE lag eine linksschiefe Verteilung, d. h. die Einschätzungen streuten stärker in Bezug auf die Ränge 6 bis 7. In der Teilstichprobe KR eine rechtschiefe Verteilung vor, d. h. die Einschätzungen streuten stärker in Bezug auf die Ränge 6 bis 7. Zudem wurde die Farbe Grün in der Teilstichprobe DE nie *Block 1: Gar nicht sicher* zugeordnet. Die Teilstichprobe DE betrachtete die Farbe Grün insgesamt im Vergleich zu allen Teilstichproben als am sichersten. Die Zuordnungen der Teilstichproben US und RU wiesen größere Streuungen auf. Dennoch wurde die Farbe Grün *Block 2: Mittlere Sicherheit* sowie *Block 3: Sehr sicher* zugeordnet. In der Teil-

stichprobe RU lag, im Vergleich zu den anderen Teilstichproben, die höchste Streuung vor. Die russischen Probanden waren sich demnach am wenigsten einig in Bezug auf die Farbe Grün und stuften sie als sehr sicher bis hin zu nicht sicher ein.

12.5.3.2 Ergebnisse: Vergleich der Farbe Gelb zwischen den Teilstichproben

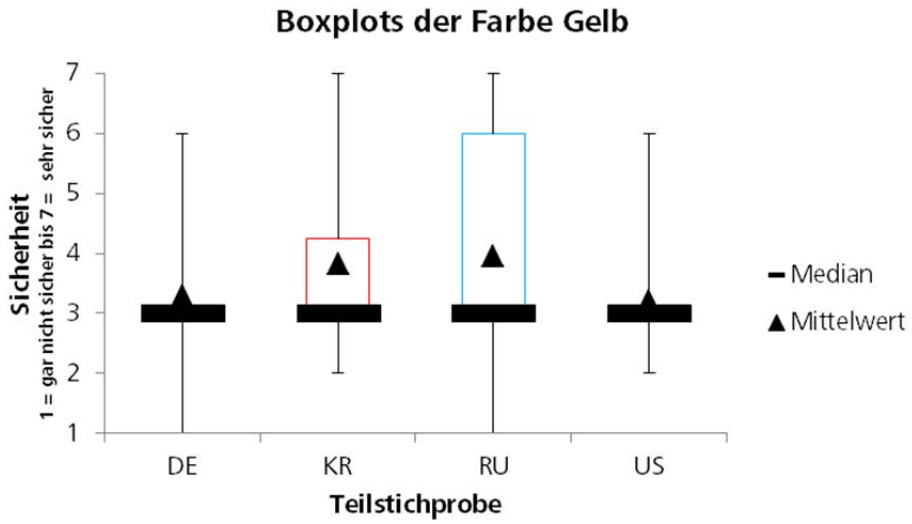


Abbildung 54. Boxplots der Farbe Gelb in Bezug auf die Kategorie Sicherheit für die Teilstichproben DE, KR, RU und US.

- Betrachtung der Mediane:
  Die Mediane der Farbe Gelb lagen in allen Teilstichproben in *Block 2: Mittlere Sicherheit*, insbesondere Rang 3 und wiesen so eine Tendenz zu gar keine Sicherheit auf.
- Betrachtung der Spannweite der Boxplots und Besonderheiten der Verteilungen:
  In den Teilstichproben DE und US waren sich die Probanden besonders einig bei der Zuordnung. Die Teilstichprobe RU wies im Vergleich zu den anderen Teilstichproben die höchste Streuung auf. Die russischen Probanden waren sich demnach, im Vergleich zu den anderen Teilstichproben, am wenigsten einig in Bezug auf die Farbe Gelb. In den Teilstichproben KR und RU lagen rechtsschiefe Verteilungen vor, d. h. die Einschätzungen streuten stärker in Bezug auf die Ränge 3 bis 6. In den Teilstichproben DE und US wurde die Farbe Gelb nie einer Sicherheit von 7 (sehr sicher) zugeordnet, in den Teilstichproben KR und US wurde sie nie einer Sicherheit von 1 (sehr sicher) zugeordnet.

12.5.3.3 Ergebnisse: Vergleich der Farbe Orange zwischen den Teilstichproben

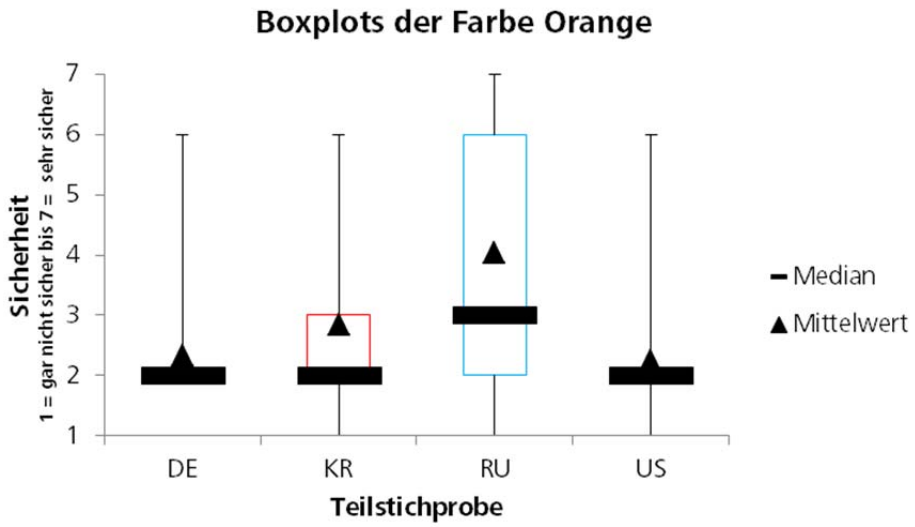


Abbildung 55. Boxplots der Farbe Orange in Bezug auf die Kategorie Sicherheit für die Teilstichproben DE, KR, RU und US.

- Betrachtung der Mediane:

  Die Mediane der Farbe Orange lagen in den Teilstichproben DE, KR, und US in *Block 1: gar nicht sicher* und in der Teilstichprobe RU in *Block 2: Mittlere Sicherheit* mit einer Tendenz zu gar nicht sicher.

- Betrachtung der Spannweite der Boxplots und Besonderheiten der Verteilungen:

  In den Teilstichproben DE und US waren sich die Probanden besonders einig bei der Zuordnung. In der Teilstichprobe RU lag im Vergleich zu den anderen Teilstichproben die höchste Streuung vor. Die Probanden dieser Teilstichprobe waren sich demnach, im Vergleich zu den anderen Teilstichproben, am wenigsten einig in Bezug auf die Farbe Orange. In den Teilstichproben KR und RU lagen rechtsschiefe Verteilungen vor, d. h. die Einschätzungen streuten stärker in Bezug auf die Ränge 3 bis 6. In den Teilstichproben DE, KR und US wurde die Farbe Orange nie einer Sicherheit von 7 (sehr sicher) zugeordnet.

12.5.3.4 Ergebnisse: Vergleich der Farbe Rot zwischen den Teilstichproben

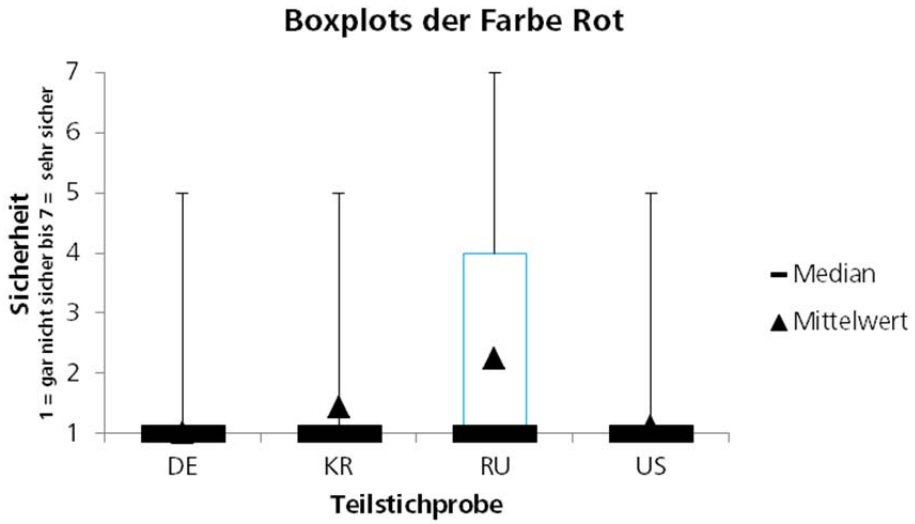


Abbildung 56. Boxplots der Farbe Rot in Bezug auf die Kategorie Sicherheit für die Teilstichproben DE, KR, RU und US.

- Betrachtung der Mediane:

  Die Farbe Rot wurde in *Block 1: Gar nicht sicher* eingestuft. Die Mediane der Farbe Rot lagen für alle Teilstichproben bei einer Sicherheit von 1 = gar nicht sicher.
- Betrachtung der Spannweite der Boxplots und Besonderheiten der Verteilungen:

  In der Teilstichprobe RU lag im Vergleich zu den anderen Teilstichproben die höchste Streuung mit einer rechtsschiefen Verteilung vor, d. h. die Einschätzungen streuten stärker in die Ränge 1 bis 4. Die Probanden dieser Teilstichprobe waren sich demnach am wenigsten einig in Bezug auf die Farbe Rot. In den Teilstichproben DE, KR und US lagen sehr ähnliche Verteilungen vor, und die Farbe Rot wurde in diesen Teilstichproben nie Block 3: Sehr sicher zugeordnet.

12.5.3.5 Ergebnisse: Vergleich der Farbe Weiß zwischen den Teilstichproben

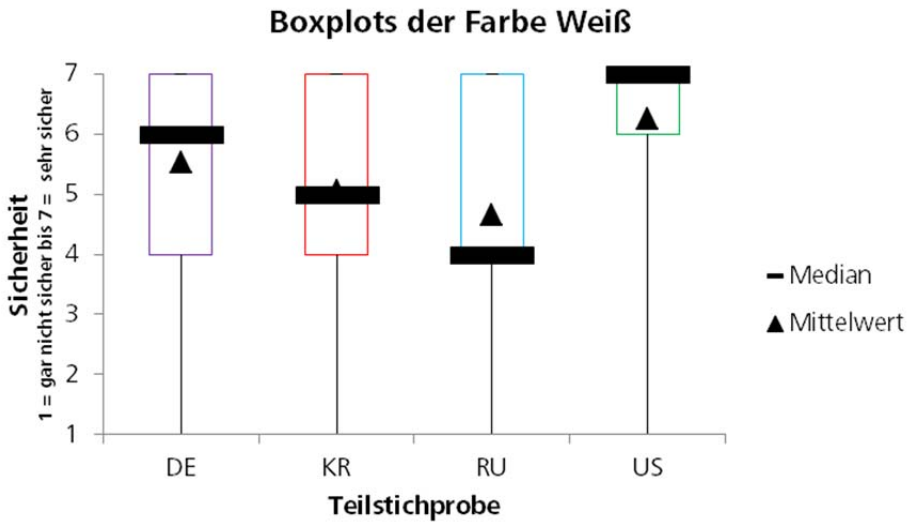


Abbildung 57. Boxplots der Farbe Weiß in Bezug auf die Kategorie Sicherheit für die Teilstichproben DE, KR, RU und US

- Betrachtung der Mediane:

  Die Farbe Weiß wurde in den Teilstichproben DE und US in *Block 3: Sehr sicher* eingestuft. Insbesondere die Teilstichprobe US betrachtete die Farbe Weiß im Sinne von höchster Sicherheit. Die Mediane der Teilstichproben KR und RU zur Farbe Weiß lagen in *Block 2: Mittlere Sicherheit*.

- Betrachtung der Spannweite der Boxplots und Besonderheiten der Verteilungen:

  In der Teilstichprobe US lag im Vergleich zu den anderen Teilstichproben die geringste Streuung vor. Die linksschiefe Verteilung zeigt, dass bei der Zuordnung der Farbe Weiß zwischen den Probanden dieser Teilstichprobe eine hohe Übereinstimmung (höchste Sicherheit) vorlag und die Einschätzungen streuten stärker von Rang 1 bis 6. Die Verteilungen der Teilstichproben DE, KR und RU wiesen eine ähnliche Streuung auf, da 75 Prozent der Daten *Block 2: Mittlere Sicherheit* sowie *Block 3: Sehr* sicher zugeordnet wurden. Die Verteilung der Teilstichprobe DE war linksschief, die Verteilung der Teilstichproben KR und RU rechtsschief, sodass die Teilstichprobe DE insgesamt die Farbe Weiß als sicherer einstufte als die Teilstichproben KR und RU.

12.5.3.6 Ergebnisse: Vergleich der Farbe Blau zwischen den Teilstichproben

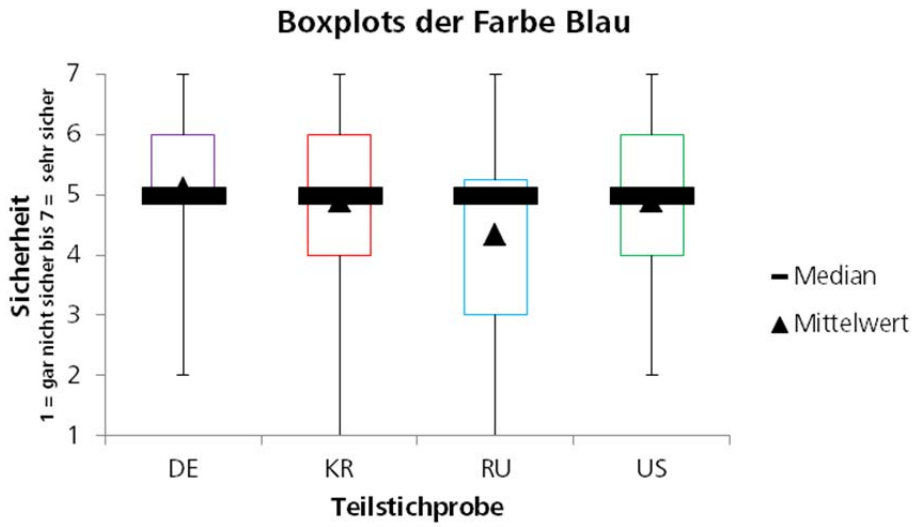


Abbildung 58. Boxplots der Farbe Blau in Bezug auf die Kategorie Sicherheit für die Teilstichproben DE, KR, RU und US.

- Betrachtung der Mediane:

  Die Farbe Blau wurde in *Block 2: Mittlere Sicherheit* mit einer Tendenz zu sicher eingestuft. Die Mediane der Farbe Blau lagen für alle Teilstichproben bei einer Sicherheit von 5.

- Betrachtung der Spannweite der Boxplots und Besonderheiten der Verteilungen:

  In der Teilstichprobe DE lag im Vergleich zu den anderen Teilstichproben die geringste Streuung vor. Die Daten der Teilstichproben KR, RU und US wiesen eine gleichgroße Streuung auf; die Streuungen dieser Teilstichproben rangierten von mittlere Sicherheit bis zu sehr sicher (Ränge 4 bis 6). Die Verteilungen der Teilstichprobe DE waren rechtsschief, die Verteilungen der Teilstichprobe RU linksschief, d. h. die Teilstichprobe RU war sich eher sicher in der Tendenz zu Block 2. In den Teilstichproben DE und US wurde die Farbe Blau nie *Block 1: Gar nicht sicher* zugeordnet.

12.5.3.7 Ergebnisse: Vergleich der Farbe Lila zwischen den Teilstichproben

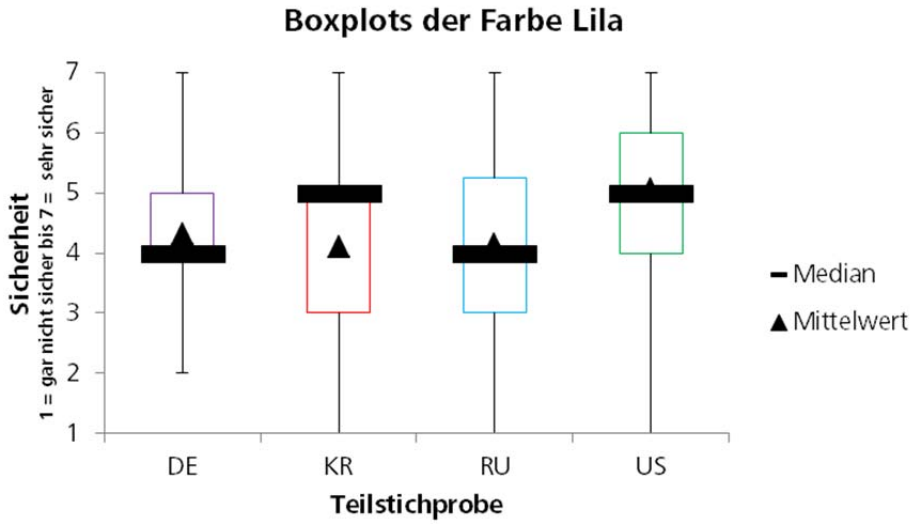


Abbildung 59. Boxplots der Farbe Lila in Bezug auf die Kategorie Sicherheit für die Teilstichproben DE, KR, RU und US

- Betrachtung der Mediane:

  Die Farbe Lila wurde in *Block 2: Mittlere Sicherheit* eingestuft. Die Mediane der Farbe Lila lagen für alle Teilstichproben bei einer Sicherheit von 4 bis 5.

- Betrachtung der Spannweite der Boxplots und Besonderheiten der Verteilungen:

  In der Teilstichprobe DE lag die geringste Streuung vor. Diese Probanden waren sich demnach eher einig in Bezug auf die Farbe Lila im Sinne von mittlerer Sicherheit. Die Streuung in den Teilstichproben KR, RU und US waren gleich groß, die Zuordnungen der Teilstichprobe US lagen insgesamt eher im Bereich von sicher. In der Teilstichprobe KR lag eine rechtsschiefe Verteilung vor, d. h. die Einschätzungen streuten stärker zwischen den mittleren Rängen.

12.6 Diskussion Kartensortierung

12.6.1 Diskussion KS Forschungsfrage 1: Untersuchung der Ampelanalogie anhand der gebildeten Rangordnungen

Die Ampelanalogie kann durch die Auswertung von KS Forschungsfrage 1 bestätigt werden. Die Farbfolge Rot – Orange – Gelb – Grün kann in Bezug auf die Kategorie Sicherheit als eindeutige Abstufung betrachtet werden. Im direkten Vergleich kann für alle Farben, bis auf die Farben Grün und Weiß, eine eindeutige Rangordnung wie folgt festlegt werden:

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Grün/[29]Weiß

Die Farben Grün und Weiß wurden als am sichersten eingeordnet, unterscheiden sich jedoch nicht eindeutig. Die Ergebnisse zur Farbe Grün bestätigen die Erkenntnisse der Warnungsforschung und die grundsätzlichen Vorgaben für den Einsatz als Sicherheitsfarbe; Grün kann somit z. B. als Kennzeichnung für Sicherheit und im Sinne von Freier Zugang genutzt werden. Die Farbe Rot stellt eindeutig gar keine Sicherheit dar und ist damit nicht geeignet, als Sicherheitsfarbe verwendet zu werden. Die Farben Orange und Gelb wurden eher als nicht sicher, aber sicherer als die Farbe Rot aufgefasst. Die Farbe Gelb wurde als sicherer eingestuft als die Farbe Orange, was die Abgrenzung der beiden Farben verdeutlicht. Der Einsatz der beiden Farben zur Abstufung von mittlerer Sicherheit bzw. Gefahr kann daher für die Praxis empfohlen werden. Die Ergebnisse zur Farbe Blau bestätigen die Vorgaben der ISO (2015) dahingehend, dass sie nicht geeignet ist, um Sicherheit abzubilden, auch wenn die Verteilung der Zuordnungen der Farbe Blau eine leichtere Tendenz zu Sicherheit aufweist, die sich von den Farben Weiß und Grün eindeutig abgrenzt. Ähnlich wie bei den Farben Lila und Weiß kann für die Farbe Blau nicht eindeutig geklärt werden, welche Annahmen der Probanden den Zuordnungen im mittleren Bereich der Rangordnung zugrunde liegen. Die Farbe Lila wurde als mittlere Stufe zwischen gar nicht sicher bis sicher eingeschätzt. Anders als z. B. in den Vorgaben der ISO (2015) oder der International Atomic Energy Agency (2013) wurde die Farbe Lila eindeutig nicht als geringste Sicherheit, sondern als höchste Gefahr eingestuft. Das mentale Modell der Probanden widerspricht also diesen Vorgaben. Nutzer sollten deshalb explizit auf die Verwendung und die intendierte Symbolik der Farbe Lila aufmerksam gemacht werden.

Bei KS Forschungsfrage 1 müssen die Zuordnungen in den mittleren Gefahrenbereich als Besonderheit aufgefasst werden. Es konnte anhand der Daten nicht eindeutig geklärt werden, wie die Probanden bei der Zuordnung der Farben in den mittleren Bereich (Rang 3, 4

[29] Der Schrägstrich zwischen den beiden Farben verdeutlicht nicht-signifikante Unterschiede zwischen einem Farbpaar auf Basis des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests.

und 5) vorgegangen sind. Die Ergebnisse geben einen Hinweis darauf, dass einige Probanden die Kategorie Sicherheit nicht als unipolare Skala von *gar nicht sicher* bis *sehr sicher* aufgefasst haben (Moosbrugger & Kelava, 2012). Die Instruktion beinhaltete diesbezüglich keine expliziten Vorgaben, auch wenn eine unipolare Skala zur Abstufung der Kategorie Sicherheit angestrebt wurde, z. B. durch Verwendung der Formulierung *gar nicht sicher* anstatt *sehr gefährlich* als *Nullpunkt* der unipolaren Skala. Bei der entstandenen siebenstufigen Rangordnung kann von den Probanden ebenso eine bipolare Skala, d. h. von gar nicht sicher im Sinne von *gefährlich* bis *sehr sicher*, angenommen worden sein. Der vierte Rangplatz wäre dann als neutrale Mitte interpretiert worden. Es bleibt also unklar, ob die Probanden den mittleren Bereich als neutrale Mitte oder tatsächlich als mittleren Bereich von Sicherheit aufgefasst haben. Es ist anzunehmen, dass die vorliegenden Rangordnungen eine Mischform dieser Interpretationen der Rangordnungen der Probanden enthalten. Insbesondere wurde die Farbe Weiß, die am zweithäufigsten einer Sicherheit mit dem Rang 4 zugeordnet wurde, in der Farbsymbolik verstärkt mit Neutralität assoziiert.

Wurden die Farben Grün, Gelb, Orange und Rot in eine Rangordnungen gebracht, entsprachen die Denkmodelle der Probanden einem mentalen Modell, das der Ampelanalogie entspricht. Die Farbe Weiß wurde, ähnlich wie bereits in der Warnungsforschung bestätigt, als unterste Gefahrenstufe oder Sicherheit betrachtet (Chapanis, 1994; Luximon et al., 1998), dennoch scheint die Symbolik Neutralität eine Interferenz hervorzurufen. Die Farbe Weiß sollte daher eher als neutrale Farbe oder für allgemeine Informationen genutzt werden, z. B. als Hintergrundfarbe für Hinweise, die Handlungssicherheit vermitteln sollen. Weniger deutlich ausgeprägt scheinen die mentalen Modelle für die Farben Lila und Blau. Ist es jedoch notwendig, mehr als die vier Ampelfarben zu verwenden, kann eine stärkere Differenzierung der Sicherheit durch die Farben Lila und Blau vorgenommen werden. Dennoch muss für die Nutzung der Farben in der Praxis der konkrete Anwendungskontext der Farben einbezogen werden, da die Rangordnungen in Bezug auf die Kategorie Sicherheit lediglich ein abstraktes Konzept darstellen. Auf die Konkretisierung der Nutzung der Farben wird im Rahmen der Methodentriangulation (vgl. Abschnitt 13) eingegangen.

12.6.2 Diskussion KS Forschungsfrage 2: Untersuchung der Ampelanalogie anhand der gebildeten Rangordnungen für die Teilstichproben

Für die Auswertung von KS Forschungsfrage 2 wurden die Gesamtdaten der Kartensortierung nach den Teilstichproben getrennt betrachtet. Bortz et al. (2008) betrachten die Extraktion von Daten, d. h. eine Erstellung von Teiltafeln als unstatthaft. Eine Aufteilung in Teilta-

feln wurde für die Auswertung der KS Forschungsfrage 2 dennoch vorgenommen, da durch die Erhebung eine eindeutige und logisch nachvollziehbare Trennung der Daten möglich war. Bei KS Forschungsfrage 2 zeigte sich in allen Teilstichproben, wie bei KS Forschungsfrage 1, dass die Zuordnungen in den mittleren Gefahrenbereich als Besonderheit aufgefasst werden müssen. Es konnte anhand der Daten nicht eindeutig geklärt werden, wie die Probanden bei der Zuordnung der Farben in den mittleren Bereich (Rang 3, 4 und 5) vorgegangen sind bzw. ob sie den mittleren Bereich als neutrale Mitte oder tatsächlich als mittleren Bereich zwischen gar nicht sicher bis sehr sicher aufgefasst haben. Es ist anzunehmen, dass die vorliegenden Rangordnungen eine Mischform dieser Interpretationen der Rangordnungen der Probanden enthalten.

12.6.2.1 Diskussion KS Forschungsfrage 2: Teilstichprobe DE

Im direkten Vergleich kann in der Teilstichprobe DE für alle Farben die folgende eindeutige Rangordnung festlegt werden:

Rot – Orange – Gelb – Lila – Blau – Weiß – Grün

Die Ampelanalogie kann durch die Auswertung von KS Forschungsfrage 2 für die Teilstichprobe DE eindeutig bestätigt werden. Die Zuordnungen zeigen in Bezug auf die Farben Rot, Gelb, Orange und Grün ein eindeutiges Bild. Die Farbe Grün wurde als am sichersten eingeordnet und wurde folglich von den Probanden als *sehr sicher* verstanden. Daher kann sie als Kennzeichnung von hoher Sicherheit und im Sinne von Freier Zugang genutzt werden. Die Farbe Rot wurde eindeutig als *gar nicht sicher* interpretiert. Die Farben Orange und Gelb wurden als eher nicht sicher, aber als sicherer als die Farbe Rot aufgefasst. Die beiden Farben stellen in dieser Teilstichprobe eine eindeutige Abstufung von Sicherheit dar, wobei Gelb als sicherer als Orange aufgefasst wurde. Die Farbe Lila nahm eine mittlere Position zwischen gar nicht sicher bis sicher ein (Rang 4), wobei sie dem Rang gar nicht sicher nur einmal zugeordnet wurde. Dies widerspricht den Vorgaben der ISO (2015)und der International Atomic Energy Agency (2013), die die Nutzung der Farbe Lila eher mit gar nicht sicher bzw. mit höchster Gefahr verbinden. Die Farbe Blau wurde im Sinne einer mittleren Position interpretiert mit einer leichten Tendenz zu Sicherheit und als sicherer aufgefasst als die Farbe Lila. Die Farbe Weiß wurde dem Rangplatz 4 bis hin zu Rangplatz 7 (sehr sicher) zugeordnet und kann somit als *sichere Mitte* interpretiert werden.

Wurden die Farben Grün, Gelb, Orange und Rot in eine Rangordnung gebracht, entsprachen die Denkmodelle der Probanden der Teilstichprobe DE einem mentalen Modell, das der Ampelanalogie entspricht. Die Farbe Weiß wurde, ähnlich wie bereits in der Warnungsforschung bestätigt, als unterste Gefahrenstufe oder Sicherheit betrachtet (Chapanis, 1994; Luximon et al., 1998), dennoch scheint die Symbolik Neutralität eine Interferenz hervorzuru-

fen, da die Farbe Weiß am zweithäufigsten dem Rang 4 zugeordnet wurde. Ebenso deutlich ausgeprägt scheinen die mentalen Modelle für die Farben Lila und Blau. Ist es also notwendig, mehr als die vier Ampelfarben zu verwenden, sollte eine stärkere Differenzierung von Sicherheit durch die Farben Lila und Blau vorgenommen werden. Auf die mentalen Modelle der Probanden der Teilstichprobe DE in Bezug auf die Farben wird konkreter im Rahmen der Methodentriangulation (vgl. Abschnitt 13) eingegangen.

12.6.2.2 Diskussion KS Forschungsfrage 2: Teilstichprobe KR

Die Ampelanalogie kann durch die Auswertung von KS Forschungsfrage 2 für die Teilstichprobe KR bestätigt werden. Die Farbfolge Rot – Orange – Gelb – Grün kann in Bezug auf die Kategorie Sicherheit als eindeutige Abstufung betrachtet werden. Im direkten Vergleich kann für alle Farben, bis auf die Farben Gelb und Lila sowie Blau und Weiß, eine eindeutige Rangordnung in der Teilstichprobe KR festlegt werden. Dennoch sind die Ergebnisse im mittleren Bereich nicht eindeutig. Die zugehörige Rangordnung lautet:

Rot – Orange – Gelb/[30]Lila – Blau/ Weiß – Grün

Die Farbe Grün wurde als am sichersten eingeordnet und folglich von den Probanden als *sehr sicher* verstanden. Daher kann sie als Kennzeichnung von für hohe Sicherheit und im Sinne von Freier Zugang genutzt werden. Die Farbe Rot wurde eindeutig als *gar nicht sicher* interpretiert. Die Farben Orange und Gelb wurden als eher nicht sicher, aber als sicherer als die Farbe Rot aufgefasst. Die beiden Farben stellen in dieser Teilstichprobe auch eine eindeutige Abstufung von Sicherheit dar, wobei Gelb als sicherer als Orange aufgefasst wurde. Die Farben Gelb und Lila wurden in der in der Teilstichprobe KR nicht deutlich voneinander abgegrenzt und stellen eher einen mittleren Bereich dar. Die Farbe Lila nahm insbesondere die Ränge 4 und 5, also eine mittlere Position zwischen gar nicht sicher bis sicher ein. Dies widerspricht den Vorgaben der ISO (2015) und der International Atomic Energy Agency (2013), die die Nutzung der Farbe Lila eher mit gar nicht sicher bzw. höchster Gefahr verbinden. Ebenso konnten die Farben Blau und Weiß nicht voneinander abgegrenzt werden. Dies lässt sich unter anderem auf die häufige Zuordnung der Farbe Weiß zum mittleren Rang 4 zurückführen. Weiß kann deswegen als *sichere Mitte* interpretiert werden.

Wurden die Farben Grün, Gelb, Orange und Rot in eine Rangordnungen gebracht, entsprachen die Denkmodelle der Probanden der Teilstichprobe KR einem mentalen Modell, das der Ampelanalogie entspricht. Weniger deutlich ausgeprägt scheinen die mentalen Modelle für die Farben Weiß, Lila und Blau. Die Farbe Weiß wurde, ähnlich wie bereits in der Warnungsforschung bestätigt, als unterste Gefahrenstufe oder Sicherheit betrachtet

[30] Der Schrägstrich zwischen den beiden Farben verdeutlicht nicht-signifikante Unterschiede zwischen einem Farbpaar auf Basis des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests.

(Chapanis, 1994; Luximon et al., 1998), dennoch scheint die Symbolik Neutralität eine starke Interferenz hervorzurufen, da die Farbe Weiß am häufigsten dem Rang 4 zugeordnet wurde. Ist es notwendig, mehr als die vier Ampelfarben zu verwenden, sollte eine stärkere Differenzierung von Sicherheit am ehesten durch die Farbe Blau vorgenommen werden, da sich die Farbe Lila nicht eindeutig von der Farbe Gelb abgrenzt. Auf die mentalen Modelle der Probanden der Teilstichprobe KR in Bezug auf die Farben wird konkreter im Rahmen der Methodentriangulation (vgl. Abschnitt 13) eingegangen.

12.6.2.3 Diskussion KS Forschungsfrage 2: Teilstichprobe RU

In der Teilstichprobe RU kann die Ampelanalogie für die Farben Grün und Rot sowie bedingt für die Farben Gelb und Orange durch die Auswertung von KS Forschungsfrage 2 bestätigt werden. Im direkten Vergleich zeigte sich, dass für die Farben Gelb und Orange, Orange und Lila sowie Grün und Weiß für die Teilstichprobe RU keine eindeutige Abstufung festgelegt werden kann. Die zugehörige Rangordnung lautet:

Rot – Gelb/[31] Orange/ Lila – Blau – Weiß/Grün

Die Farbe Grün wurde von den Probanden der Teilstichprobe RU als am sichersten interpretiert. Die Farbe Rot wurde eindeutig mit gar keiner Sicherheit assoziiert. Auch wenn Rot als sehr sicher eingeordnet wurde, zeigt sich in der Teilstichprobe RU in Bezug auf die Farbe Rot das eindeutigste Bild. Die Farben Orange, Gelb und Lila wurden als eher nicht sicher, aber als sicherer als die Farbe Rot aufgefasst. Die Farbe Gelb wurde bei Betrachtung des Mittelwerts sogar als weniger sicher als Orange eingestuft. Dennoch kann keine eindeutige Abstufung der beiden Farben nachgewiesen werden. Für diese Teilstichprobe kann demnach nicht empfohlen werden, Gelb und Orange als eindeutige Abstufung von Sicherheit zu nutzen. Vielmehr scheint es sinnvoller, nur eine der beiden Farben in der Farbfolge zwischen Grün und Rot zu verwenden. Die Farben Orange und Lila wurden in der Teilstichprobe RU nicht deutlich voneinander abgegrenzt und stellen eher eine mittlere Sicherheit mit Tendenz zu gar nicht sicher dar. Die Farbe Lila nahm insbesondere die Ränge 3 und 5, also eine mittlere Position zwischen gar nicht sicher bis sicher, ein. Dies widerspricht den Vorgaben der ISO (2015) und der International Atomic Energy Agency (2013), die die Nutzung der Farbe Lila eher mit gar nicht sicher bzw. mit höchster Gefahr verbinden. Die Farbe Blau wurde im Sinne einer mittleren Position interpretiert mit einer leichten Tendenz zu Sicherheit. Die Farbe Weiß wurde vor allem dem mittleren Rang 4, d. h. mittelsicher oder sehr sicher, zugeordnet und kann daher als *sichere Mitte* interpretiert werden.

[31] Der Schrägstrich zwischen den beiden Farben verdeutlicht nicht-signifikante Unterschiede zwischen einem Farbpaar auf Basis des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests.

Die Denkmodelle der Probanden der Teilstichprobe RU für die Farben Grün und Rot entsprechen einem mentalen Modell, das der Ampelanalogie entspricht. Weniger deutlich ausgeprägt scheinen die mentalen Modelle für die Farben Gelb, Orange, Weiß und Lila. Die Farbe Weiß wurde, ähnlich wie bereits in der Warnungsforschung bestätigt, als unterste Gefahrenstufe oder Sicherheit betrachtet (Chapanis, 1994; Luximon et al., 1998), dennoch scheint die Symbolik Neutralität eine starke Interferenz hervorzurufen, da die Farbe Weiß am häufigsten dem Rang 4 zugeordnet wurde. Ist es notwendig, mehr als die Farben Grün und Rot zu verwenden, sollte eine stärkere Differenzierung von Sicherheit am ehesten durch die Verwendung der Farbe Gelb oder Orange vorgenommen werden. Die Verwendung beider Farben erscheint nicht eindeutig genug. Die Farbe Lila grenzt sich nicht eindeutig von der Farbe Orange ab und wird deshalb als Abstufung nicht empfohlen. Eine weitere Differenzierung der Abstufung von Sicherheit könnte durch die Farbe Blau erreicht werden. Auf die mentalen Modelle der Probanden der Teilstichprobe RU in Bezug auf die Farben wird konkreter im Rahmen der Methodentriangulation (vgl. Abschnitt 13) eingegangen.

12.6.2.4 Diskussion KS Forschungsfrage 2: Teilstichprobe US

Die Ampelanalogie kann für die Teilstichprobe US durch die Auswertung von KS Forschungsfrage 2 bestätigt werden. Die Farbfolge Rot – Orange – Gelb – Grün kann in Bezug auf die Kategorie Sicherheit als eindeutige Abstufung betrachtet werden. Im direkten Vergleich kann in der Teilstichprobe US für alle Farben eine eindeutige Rangordnung wie folgt festlegt werden:

Rot – Orange – Gelb – Blau – Lila – Grün – Weiß

Die Ampelanalogie kann durch die Auswertung von KS Forschungsfrage 2 für die Farben Rot, Orange und Gelb für die Teilstichprobe US eindeutig bestätigt werden. Die Farbe Grün wurde als mittelsicher bis sehr sicher eingeordnet, da sich die Zuordnungen vor allem über die Ränge 4 bis 7 verteilten. Die Farbe Weiß wurde am häufigsten als sehr sicher eingestuft oder aber dem mittleren Rang 4 zugeordnet. In einer Untersuchung bezüglich Farbwörtern nach Dunlap et al. (1986; zitiert nach Chapanis, 1994; S. 266) wurden weiße Farbwörter mit geringsten Gefahren assoziiert. Die Untersuchung fand mit Probanden statt, die unter anderem englisch- und deutschsprachig waren. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen die von Dunlap et al. (1986; zitiert nach Chapanis, 1994; S. 266) gefundene Rangreihe (Rot, Orange, Gelb, Blau, Grün, Weiß). Die eindeutige Zuordnung der Farbe Weiß scheint in der vorliegenden Untersuchung auch mit der Zuordnung der Farbe Grün interferiert zu haben. Die Farbe Grün wurde aber dennoch als *sicher* angenommen, allerdings weniger deutlich als aufgrund der Ampelanalogie angenommen. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass einige Bundesstaaten der USA üblicherweise Schilder mit dem Wort EXIT in roter

Schrift nutzen und so die Farbsymbolik der Farbe Grün als Kennzeichnung von hoher Sicherheit und im Sinne von Freier Zugang weniger stark ausgeprägt ist. Die Untersuchung mit den Probanden der Teilstichprobe US fand im US-Bundesstaat Florida statt. Emerson (2009) zeigte in einer qualitativen Erhebung, dass die meisten Ausgangsschilder in Florida rot eingefärbt sind. Es ist allerdings nicht davon auszugehen, dass alle US-Probanden aus diesem Staat kamen bzw. schon lange Zeit dort lebten und somit eine entsprechende Erfahrung mitbrachten. Die Farbe Rot wurde hingegen eindeutig als *gar nicht sicher* interpretiert. Die Farben Orange und Gelb wurden als eher nicht sicher, aber als sicherer als die Farbe Rot aufgefasst. Die beiden Farben stellen in dieser Teilstichprobe eine eindeutige Abstufung von Sicherheit dar, wobei Gelb als sicherer als Orange aufgefasst wurde. Die Farbe Lila wurde vor allem über die Ränge 4 bis 6 verteilt und wurde am häufigsten von allen Farben Rang 6 zugeordnet, also als eher sicher interpretiert. Dies widerspricht den Vorgaben der ISO (2015) und der International Atomic Energy Agency (2013), die die Nutzung der Farbe Lila eher mit gar nicht sicher bzw. mit höchster Gefahr verbinden. Warum die Farbe Lila in den mittleren bis sicheren Bereich eingeordnet wurde, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden und bietet Ansatzpunkte für weitere Forschungsarbeiten. Die Farbe Blau wurde auch im Sinne einer mittleren Position interpretiert mit einer Tendenz zu Sicherheit. Insgesamt wurde die Farbe Lila als sicherer betrachtet als die Farbe Blau.

Wurden die Farben Grün, Gelb, Orange und Rot in eine Rangordnung gebracht, entsprachen die Denkmodelle der Probanden der Teilstichprobe US einem mentalen Modell, das der Ampelanalogie entspricht. Die Farbe Weiß wurde, ähnlich wie bereits in der Warnungsforschung bestätigt, als unterste Gefahrenstufe oder Sicherheit betrachtet (Chapanis, 1994; Luximon et al., 1998). Das mentale Modell zu Weiß interferierte mit der Zuordnung der Farbe Grün, denn die mentalen Modelle für die Farben Grün, Blau und Lila waren weniger eindeutig, auch wenn diese Farben eher Sicherheit zugeordnet wurden. Es ist aus diesem Grund nicht zu empfehlen, diese drei Farben als Abstufungen zu verwenden. Ist es jedoch notwendig, mehr als die vier Ampelfarben zu verwenden, kann eine stärkere Differenzierung von Sicherheit durch die Farbe Blau vorgenommen werden. Auf die mentalen Modelle der Probanden der Teilstichprobe US in Bezug auf die Farben wird konkreter im Rahmen der Methodentriangulation (vgl. Abschnitt 13) eingegangen.

12.6.3 Diskussion KS Forschungsfrage 3: Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Teilstichproben zwischen den betrachteten Farben

KS Forschungsfrage 3 untersuchte die betrachteten Farben in den Teilstichproben DE, KR, RU und US hinsichtlich Gemeinsamkeiten und Unterschiede. In der Auswertung wurden in einem ersten Schritt die in KS Forschungsfrage 2 untersuchten Rangordnungen der Teilstichproben miteinander anhand des Schemas Urgency Mapping (Edworthy & Adams, 1996) verglichen. Dafür wurden aus den Rängen 1 bis 7 drei Blöcke gebildet, um das Ausmaß von Sicherheit abzubilden: *Block 1: Gar nicht sicher*, *Block 2: Mittlere Sicherheit* und *Block 3: Sehr sicher*. In einem nächsten Schritt wurden die einzelnen Farben zwischen den Teilstichproben anhand von Boxplots verglichen. Um die Ähnlichkeit der Rangordnungen mithilfe des Urgency Mappings zu untersuchen, wurde zusätzlich die Übereinstimmung der Rangordnungen zwischen allen Teilstichproben anhand einer Konkordanzanalyse in die Auswertung einbezogen. Für alle Teilstichprobenpaare konnte eine hohe Übereinstimmung in den Rangordnungen nachgewiesen werden. Einschränkend muss jedoch die Höhe der Korrelationskoeffizienten der Rangordnungen betrachtet werden; diese lässt sich auch durch die geringe Anzahl der verglichenen Ränge (n = 7) erklären.

Bei der Auswertung der einzelnen Farben und deren Verteilungen in die Blöcke 1 bis 3 des Urgency Mappings zeigten sich, wie erwartet, einige Unterschiede zwischen den Teilstichproben, die jedoch weniger stark ausfallen als erwartet. In Bezug auf die Verteilungen kann insgesamt angemerkt werden, dass die Probanden der Teilstichprobe RU durchweg am wenigsten Einigkeit bezüglich der Einordnung der Farben zeigten. Ob diese fehlende Einigkeit und Variabilität in der Zuordnung auf unterschiedliche mentale Modelle zwischen den Probanden, auf eine missverständliche Instruktion oder andere Faktoren, wie z. B. fehlende Motivation für die Teilnahme an der Kartensortierung, zurückzuführen ist, kann nicht eindeutig erklärt werden.

Zusammenfassend lassen sich die Ergebnisse für die einzelnen Farben in Bezug auf die Blöcke 1 bis 3 folgendermaßen darstellen:

Block 1: Gar nicht sicher (Rang 1 und 2) wird vor allem durch die Farbe Rot sowie Orange abgebildet. Die Farbe Rot wird über allen Teilstichproben hinweg als Extremum von *gar nicht sicher* betrachtet und liefert damit das eindeutigste Ergebnis. Rot eignet sich daher, um nicht-sichere Informationen bzw. Gefahren abzubilden. Die Farbe Orange wurde, außer in der Teilstichprobe RU, dem *Block: 1 Gar nicht sicher* zugeordnet und kann damit als Abstufung von Rot und als unsicher betrachtet werden. Die Farbe Orange wurde in den Teilstichproben nie mit einer Sicherheit von 1 (sehr sicher) eingestuft.

In *Block 2: Mittlere Sicherheit* (Rang 3, 4 und 5) werden die Farben Gelb, Lila und Blau eingeordnet. Unterschiede zeigten sich vor allem in diesem Block. In Block 2 wurde die Farbe Gelb in allen Teilstichproben am eindeutigsten eingeschätzt und kann somit als mittlere Sicherheit mit einer Tendenz zu *gar nicht sicher* (Block 1) betrachtet werden. In den Teilstichproben DE und US wurde die Farbe Gelb nie einer Sicherheit von 7 (sehr sicher) zugeordnet, und in der Teilstichprobe KR wurde Gelb nie mit einer Sicherheit von 1 (gar nicht sicher) eingestuft. Dies gibt einen weiteren Hinweis darauf, dass die Farbe Gelb ein mittleres Maß an Sicherheit darstellt. Damit grenzt sie sich die eindeutig von der Farbe Orange ab, jedoch ist diese Abgrenzung in der Teilstichprobe RU weniger deutlich. Die Farbe Lila wurde in allen Teilstichproben mit einer mittleren Sicherheit eingeschätzt. Auch wenn die Boxplots zeigten, dass die Farbe Lila als sicherer als die Farbe Gelb eingeschätzt wurde, kann die Nutzung dieser beiden Farben aufgrund fehlender Trennschärfe nicht empfohlen werden. Die Farbe Blau wurde im Sinne von mittlerer Sicherheit, aber sicherer als die Farben Gelb und Lila eingestuft. Dies zeigte sich darin, dass Blau eher eine Tendenz zu *Block 3: Sehr sicher* aufwies bzw. in der Teilstichprobe KR nicht eindeutig von der Farbe Weiß abgrenzt wurde. Die Ähnlichkeit der Einschätzungen zu den Farben Blau und Lila könnte auf eine fehlende eindeutige Unterscheidbarkeit der beiden Farbreize, z. B. aufgrund des nicht ausreichenden Farbe-an-sich-Kontrasts (Itten, 1988) zurückgeführt werden. Aus diesem Grund wird empfohlen, insbesondere bei Verwendung der Farben Lila und Blau auf eine stärkere Kontrastwirkung zu achten.

In *Block 3: Sehr sicher* (Rang 6 und 7) werden vor allem die Farben Grün und Weiß, aber ebenso Blau (KR) abgebildet. In Bezug auf die Farbe Grün zeigte sich damit über alle Teilstichproben ein weniger deutliches Bild als durch die Ampelanalogie angenommen. Grün wurde in den Teilstichproben in *Block 1: Sehr sicher* (DE, KR) sowie in *Block 2: Mittlere Sicherheit* (RU, US) eingeordnet. Damit zeigte sich, dass diese Farbe grundsätzlich als *sehr sicher* bzw. im Sinne von *mittlerer Sicherheit* betrachtet wurde. Am deutlichsten zeigte sich dies in der Teilstichprobe DE. Die Einordnung der Farbe Grün interferierte mit der Zuordnung der Farbe Weiß. Weiß wurde Block 3: Sehr sicher (DE, US), aber auch Block 2: Mittlere Sicherheit (KR, RU) zugeordnet. Am deutlichsten zeigte sich die Interpretation der Farbe Weiß als *sehr sicher* bei der Teilstichprobe US.

Da die Farben Weiß und Blau offensichtlich einen Einfluss auf die Einschätzung der Farbe Grün hatten, erscheint die Nutzung aller drei Farben zusammen als nicht sinnvoll. Die Farbe Weiß scheint als unbunte Farbe und aufgrund der Symbolik von Neutralität eher nicht geeignet, um Sicherheit abzubilden. Um eine klarere Trennschärfe zwischen den verwendeten

Farben zu gewährleisten, sollte für die Abbildung von Sicherheit nur die Farbe Grün eingesetzt werden.

Sollen die betrachteten Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit angewendet werden, müssen die Zuordnungen der Farben in das Schema Urgency Mapping einbezogen werden. Die Blöcke 1 bis 3 können dafür als Sicherheitscluster betrachtet werden. Die Farbe Rot stellt eindeutig gar keine Sicherheit dar. Dies entspricht den Untersuchungen der Warnungsforschung (Chapanis, 1994; Wogalter, 2006) und den Vorgaben aus Sicherheitsnormen (z.B. ISO, 2015). Die Farbe Rot ruft also ein mentales Modell von gar keine Sicherheit bzw. von Gefahr hervor. Aus dem Vergleich der Teilstichproben lässt sich dies als Stereotyp der Farbe Rot im Kontext von Gefahr und Sicherheit betrachten. Die Farben Orange und Gelb können aufgrund der Ergebnisse der Kartensortierung im Sinne einer Abstufung von Sicherheit verwendet werden. Die Farbe Lila, als mittlere Sicherheit verstanden, grenzt sich hingegen nicht deutlich von der Farbe Gelb ab; eine Nutzung dieser beiden Farben ist aufgrund dieser fehlenden Trennschärfe nicht zu empfehlen. Die Farbe Blau im Sinne von mittlerer Sicherheit mit einer Tendenz zu sehr sicher interferierte mit den Einschätzungen zu den Farben Weiß und Grün. Um eine deutliche Trennschärfe zu ermöglichen, sollte am ehesten die Farbe Grün verwendet werden. Einschränkend ist zu beachten, dass sich das ursprüngliche Schema des Urgency Mappings eigentlich auf die Dimension Dringlichkeit im Sinne einer zeitlichen Dimension bezieht, also darauf, wie schnell und unmittelbar auf eine Warnung reagiert werden muss. Die Dimension Dringlichkeit wurde für die Kartensortierung jedoch nicht explizit erfasst. Der Begriff Dringlichkeit wird hier etwas weiter gefasst bzw. angepasst an das Kontinuum zwischen Gefahr und Sicherheit. Implizit wird damit angenommen, dass eine Farbe, die als gefährlicher eingestuft wird, auch zu einer dringlicheren Reaktion führen wird. Dennoch bieten sich an dieser Stelle Ansatzpunkte für weitere Forschungsarbeiten.

Sollen komplexere Informationen durch Farben visualisiert werden, z. B. als Farbkodierung verschiedener Sicherheitsstufen, sollte mehr als eine Farbe eingesetzt werden. Als Faustregel gilt: Je komplexer die Information, umso höher die Anzahl der einzubeziehenden Farben. Die Einteilung der Farben in die drei Blöcke des Urgency Mappings und der Einzelvergleich der Farben zwischen den Teilstichproben zeigten eine fehlende Trennschärfe insbesondere in Bezug auf die Farben Gelb, Lila und Blau sowie Blau, Weiß und Grün. Da es dadurch zu Problemen in der Unterscheidung kommen kann und die Farbgestaltung damit nicht unbedingt intuitiv verständlich ist, sollten bei Verwendung von mehr als vier Farben (Rot, Orange, Gelb und Grün) Maßnahmen ergriffen werden, um die Farbkodierung verständlich und trennscharf zu machen, damit die richtigen Handlungen von den Nutzern abgeleitet werden können. Dies kann z. B. durch Training der Nutzer, Einführung einer Legen-

de oder weitere visuelle Elemente wie Signalwörter oder geometrische Figuren erreicht werden (Leonard, 1999).

12.6.4 Diskussion methodisches Vorgehen der Kartensortierung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Methode einer geschlossenen Kartensortierung angewendet. Nach Wickens und Hollands (2000) muss beachtet werden, dass Farben nicht auf natürliche Weise Kontinua bilden und sich deshalb die Frage nach einer angebrachten Ordnung, z. B. im Kontext von Sicherheit, stellt. Zusätzlich erwähnen die Autoren, dass je nach Nutzergruppen mit Abweichungen zu rechnen sei. Die Kartensortierung im Sinne einer Ratingskala erscheint hier als adäquates Mittel. Auch die Warnungsforschung nutzt derartige Einschätzverfahren, z. B. zur Untersuchung von Risiken (Leonard, 1999).

Die Kartensortierung wurde jedoch in der vorliegenden Untersuchung im Vergleich zur üblichen Verwendung (z. B. in Courage & Baxter, 2005; Nielson, 2004; Spencer & Warfel, 2004) stark eingeschränkt, da nur sieben Farbkarten und eine Zuordnungskategorie (Sicherheit) verwendet wurde. Des Weiteren hatten die Probanden weder die Möglichkeit, weitere Farbkarten hinzuzufügen, d. h. weitere Abstufungen vorzunehmen, noch Farbkarten wegzulassen. Während der Durchführung zeigte sich, dass nur einige wenige Probanden einzelne Farben ausgeschlossen hätten oder zwei Farben demselben Rang zugeordnet hätten. Der Vorteil der gewählten Kartensortierung lag darin, dass von allen Probanden eine Differenzierung zwischen den Farben und den Rängen vorgenommen werden musste und Rangordnungen abgeleitet werden konnten, ohne direkte und vollständige Paarvergleiche durchführen zu müssen. Dies war unter anderem nur möglich wegen der festgelegten Anzahl von sieben Farbkarten.

Die Instruktion wurde so gewählt, dass die Probanden zwar die Karten von *gar nicht sicher* bis *sehr sicher* legen sollten, sie also nur das Ziel der Sortierung kannten. Die Zuordnungen in den mittleren Gefahrenbereich müssen dabei als Besonderheit aufgefasst werden, denn es konnte anhand der Daten nicht eindeutig geklärt werden, wie die Probanden bei der Zuordnung der Farben in den mittleren Bereich (Rang 3, 4 und 5) vorgegangen sind. Die Ergebnisse geben einen Hinweis darauf, dass einige Probanden die Kategorie Sicherheit nicht als unipolare Skala von *gar nicht sicher* bis *sehr sicher* aufgenommen haben (Moosbrugger & Kelava, 2012). Die Instruktion beinhaltete diesbezüglich keine expliziten Vorgaben, auch wenn eine unipolare Skala zur Abstufung der Kategorie Sicherheit angestrebt wurde, z. B. durch Verwendung der Formulierung *gar nicht sicher* anstatt *sehr gefährlich* als *Nullpunkt* der unipolaren Skala. Die verwendete siebenstufige Rangordnung kann von den Probanden ebenso als eine bipolare Skala, d. h. von gar nicht sicher im Sinne von *gefährlich* bis *sehr sicher*, angenommen worden sein. Der vierte Rangplatz wäre dann als neutrale Mit-

te interpretiert worden. Es bleibt also unklar, ob die Probanden den mittleren Bereich als neutrale Mitte oder tatsächlich als mittleren Bereich aufgefasst haben. Die in KS Fragestellung 3 verwendeten Boxplots brachten keine direkten Informationen über die Häufigkeiten der Verteilungen der Farben hervor, gaben jedoch Unterschiede in der Dichte der Informationen wieder, da die Daten in Quartile aufgeteilt wurden. Die Nutzung von Boxplots für die Auswertung von KS Forschungsfrage 3 hatte jedoch nicht nur Vorteile. So gehen bei der Erstellung der Boxplots multimodale Verteilungen verloren, und es wird der Anschein erzeugt, es gäbe nur einen Gipfel in den Verteilungen. Teilweise lagen jedoch mehrgipflige Verteilungen vor, z. B. bei der Farbe Weiß. In der Auswertung der Boxplots wurden alle Daten berücksichtigt, da diese aufgrund der Abstufung von Sicherheit von gar nicht sicher bis sehr sicher nicht als Ausreißer betrachtet werden konnten.

Eines der Ziele, die mit der Kartensortierung verfolgt wurde, war es, Rückschlüsse auf die mentalen Modelle der Probanden in Bezug auf die Zuordnung der einzelnen Farben in die Kategorie Sicherheit zu ermöglichen. Die Analysen der Kartensortierungen erlauben zwar Rückschlüsse auf derartige kognitive Prozesse, aber nur bedingt. Ferner bleibt unklar, ob bei den Probanden die *optimalen* mentalen Modelle überhaupt vorhanden waren. Einen zusammenfassenden Überblick über die Daten gibt Abschnitt 13 in der Methodentriangulation.

TEIL III: ABLEITUNGEN FÜR DIE PRAXIS UND FORSCHUNG

13. Ergebnisse und Ableitungen der Methodentriangulation

13.1 Ergebnisse der Methodentriangulation – Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung

In der Methodentriangulation wurden die gewonnen Daten aus den Methoden Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung in das Schema Urgency Mapping übertragen (Edworthy & Adams, 1996), um die Erstellung einer eindeutigen Farbhierarchie zu überprüfen. Die betrachteten Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange wurden über die drei Methoden hinweg auf dem Kontinuum von Gefahr bis Sicherheit aufgetragen, um das Ausmaß von Gefahr bzw. Sicherheit, das mit einer bestimmten Farbe verbunden wird, abzubilden. Abbildung 60 zeigt die Anordnung der Farben der drei Methoden auf dem Kontinuum Gefahr bis Sicherheit.

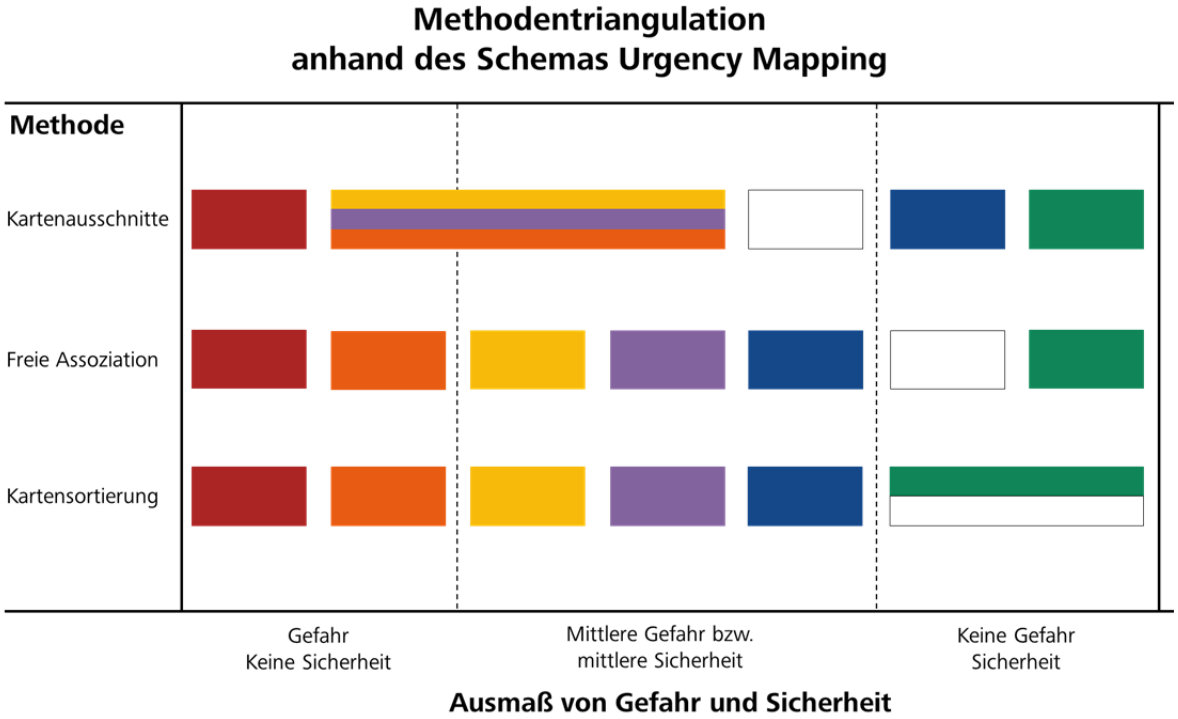


Abbildung 60. Zusammenfassende Methodentriangulation der Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung anhand des Schemas Urgency Mapping in Bezug auf das Ausmaß von Gefahr und Sicherheit.

Folgende Farbhierarchie lässt sich zusammenfassend aus der Methodentriangulation anhand des Schemas Urgency Mapping ableiten:

- Die Farbe Rot bildet eindeutig Gefahr und keine Sicherheit ab.
- Die Farbe Orange bildet Gefahr und keine Sicherheit ab. Sie grenzt sich von der Farbe Rot ab.
- Die Farbe Gelb bildet mittlere Gefahr ab. Insgesamt grenzt sie sich von der Farbe Orange ab.
- Die Farbe Lila bildet mittlere Gefahr bzw. mittlere Sicherheit ab.
- Die Farbe Blau bildet mittlere Sicherheit bzw. geringe Gefahr ab. Sie bildet insgesamt ein höheres Maß an Gefahr ab als die Farbe Weiß.
- Die Farbe Weiß bildet insgesamt Sicherheit ab. Diese Interpretation muss jedoch gesondert betrachtet werden, da Neutralität auf dem Kontinuum von Gefahr bis Sicherheit nicht abgebildet wird, die Ergebnisse aber darauf hindeuten, dass die Farbe Weiß mit Neutralität assoziiert wird. Wird die Farbe Weiß als unbunte Farbe in der Farbhierarchie vernachlässigt, ist die Farbe Blau besser dafür geeignet, Sicherheit abzubilden. Dasselbe gilt für die Farbe Grün.
- Die Farbe Grün bildet Sicherheit und keine Gefahr ab.

Die Farbhierarchie der Methodentriangulation bestätigt somit die Gültigkeit der Ampelanalogie für die Farben Rot, Orange, Gelb und Grün über alle drei Methodenteile hinweg.

13.2 Diskussion Methodentriangulation – Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung

In der Methodentriangulation wurden die in den drei Methoden Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung betrachteten Farben auf dem Kontinuum von Gefahr bis Sicherheit in das Schema des Urgency Mappings übertragen. Die Methodentriangulation bestätigt eine Farbhierarchie und die Gültigkeit der Ampelanalogie für die Farben Rot, Orange, Gelb und Grün über alle drei Methodenteile hinweg. Folgende Farbhierarchie lässt sich zusammenfassend ableiten:

Die Farbe Rot bildet eindeutig Gefahr und keine Sicherheit ab. Dies entspricht den Ergebnissen der Warnungsforschung (z. B. in Parsons et al., 1999; Wogalter et al., 2002; Wogalter, 2006) und bestätigt die Vorgaben von Normen und Richtlinien z. B. der ISO (2015) und des Deutschen Instituts für Normung e. V. (2013). Die Farbe Rot kann daher als Kennzeichnung von Gefahren und höchsten Gefahren genutzt werden.

Die Farbe Orange bildet Gefahr und keine Sicherheit ab. Sie grenzt sich von den Farben Rot und Gelb ab.

Die Farbe Gelb bildet mittlere Gefahr ab. Insgesamt grenzt sie sich von der Farbe Orange ab. Die Farben Gelb und Orange können deshalb als eindeutige Abstufung einer mittleren Gefahr betrachtet werden und erweitern somit die Nutzungsmöglichkeiten der Farben an sich, da die Warnungsforschung bisher keine eindeutige Abstufung durch die beiden Farben empfiehlt (z. B. in Chapanis, 1994; Luximon et al., 1998; Parsons et al., 1999).

Die Farbe Lila bildet mittlere Gefahr bzw. mittlere Sicherheit ab. Da die Farbe Lila bisher in nur wenigen Forschungsarbeiten einbezogen wurde (z. B. in Wogalter, Allison und McKenna, 1989), liefert dieses Ergebnis weitere praxisrelevante Hinweise für die Nutzung der Farbe Lila. Auch wenn die Farbe Lila im mittleren Bereich des Kontinuums zwischen Gefahr und Sicherheit liegt, wird dennoch für diesen Bereich eher die Verwendung der Farben Gelb und Orange empfohlen. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse wird die Farbe Lila nicht für die Abbildung hoher bzw. höchster Gefahr empfohlen; dies steht im Gegensatz zu einigen Normen und Vorschriften, z. B. der ISO (2015) und International Atomic Energy Agency (2013). Für die Verwendung der Farbe Lila in diesen Kontexten empfiehlt sich daher ein explizites Training der Nutzer oder die Verwendung von expliziten Legenden.

Die Farbe Blau bildet mittlere Sicherheit ab. Sie bildet insgesamt ein höheres Maß an Gefahr ab als die Farben Weiß und Grün. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Farbe Blau mehr Sicherheit darstellen würde, wenn die Farbe Weiß nicht einbezogen würde. Dennoch stellt die Farbe Blau weniger Sicherheit dar als die Farbe Grün. Dies erweitert die Erkenntnisse aus der bisherigen Warnungsforschung (z. B. in Chapanis, 1994). Grundsätzlich erscheint eine Abstufung von Sicherheit durch die Farben Blau und Grün in der Praxis nicht sinnvoll. Dennoch stützen die Ergebnisse den Einsatz der Farbe Blau als Signalfarbe für Gebote und Hinweise.

Die Farbe Weiß bildet insgesamt Sicherheit ab. Sie sollte jedoch gesondert und nicht als Signalfarbe betrachtet werden. Neutralität bzw. eine neutrale Mitte wird auf dem Kontinuum von Gefahr bis Sicherheit nicht abgebildet, sodass die Ergebnisse die vorliegende Interpretation der Farbe Weiß im Sinne von Sicherheit nahelegten. Es ist davon auszugehen, dass bei der Vernachlässigung der Farbe Weiß als unbunte Farbe innerhalb der Farbhierarchie eine Verschiebung der Farbe Blau in Richtung Sicherheit erfolgt. Dasselbe gilt für die Farbe Grün.

Die Farbe Grün bildet Sicherheit und keine Gefahr ab und wird daher zur Kennzeichnung von Sicherheit empfohlen. Dies entspricht den Vorgaben der Normen der ISO (2015) und des Deutschen Instituts für Normung e. V. (2013). Da die Farbe Grün im Bereich keine Gefahr abgebildet wird, erzeugt sie keine Dringlichkeit für eine Handlung. Aus diesem Grund

sollte sie eher nicht als Warnungsfarbe verwendet werden, wenn mit der vorliegenden Warnung eine Handlung hervorgerufen werden soll.

Die Methodentriangulation trägt dazu bei die Ergebnisse der drei Methoden Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung zusammenfassend zu validieren und auf dem Kontinuum von Gefahr bis Sicherheit abzubilden. Die Farbhierarchie ist jedoch mit folgenden Einschränkungen und Besonderheiten zu betrachten:

- Die Farbe Lila bildet mittlere Gefahr bzw. Sicherheit ab. In allen Untersuchungsteilen zeigten sich bei der Farbe Lila der Einfluss der Farbsymbolik *Unsicherheit*, aber auch Hinweise auf mehrdeutige Konnotationen. Zur Kennzeichnung einer mittleren Gefährdung sollten daher besser die Farben Gelb und/oder Orange verwendet werden.
- Die abgebildete Abstufung von Gefahr und Sicherheit aus dem Methodenteil Kartenausschnitte beruht, im Gegensatz zu den Methodenteilen Freie Assoziation und Kartenausschnitte, nicht auf einer statistisch nachgewiesenen Abstufung. Es wurden hier die normierten Werte für die Abstufung genutzt.
- Die Durchführung der Methodentriangulation zielte nicht darauf ab, die einzelnen Methoden Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung zu validieren. Jede Methode trug für sich zur Verdichtung der vorliegenden Ergebnisse und zur Validierung der Gesamtergebnisse bzw. zur Bildung der vorliegenden Farbhierarchie bei. Nach Denzin (1970) sind triangulierte Ergebnisse außerdem reliabler als Einzelergebnisse. Die Komplementarität der Methoden (Olsen, 2004) ist aufgrund des zentralen Themas der Ampelanalogie gegeben, sodass die einzelnen Methoden im Sinne einer wechselseitigen Kontrolle aufgefasst werden können.
- Die Methodentriangulation bezog nicht die Unterscheide zwischen den Teilstichproben DE, KR, RU und US ein. Die zum Teil variablen Ergebnisse erlauben keine einfache Zusammenfassung. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle auf die Ergebnisse der Teilstichprobe in den einzelnen Methoden verwiesen.
- Das Schema des Urgency Mappings bezieht sich eigentlich auf die Dimension Dringlichkeit im Sinne einer zeitlichen Dimension, also darauf, wie schnell und unmittelbar auf eine Warnung reagiert werden muss. Die Dimension Dringlichkeit wurde für die Methodentriangulation daher nicht explizit erfasst. Der Begriff Dringlichkeit wird hier etwas weiter gefasst bzw. angepasst an das Kontinuum zwischen Gefahr und Sicherheit. Implizit wird dabei angenommen, dass eine Farbe, die gefährlicher eingestuft wird, auch zu einer dringlicheren Reaktion führen wird. Dennoch bieten sich an dieser Stelle Ansatzpunkte für weitere Forschungsarbeiten.

- In den verwendeten Methoden wurden Mixed-Method-Auswertungsstrategien verfolgt. Die qualitativen Forschungsfragen und die eher qualitative Erfassung von Daten wurden zum Teil statistisch ausgewertet. Solche Kombinationen von qualitativen und quantitativen Auswertungsstrategien werden in der Mixed-Method-Forschung viel diskutiert (Combs & Onwuegbuzie, 2010; Johnson et al., 2007; Tashakkori & Teddlie, 2009), unter anderem da sich die Definitionen von Mixed-Method-Zugängen unterscheiden, keine einheitlichen Vorgehensweisen bzw. konkrete Vorgaben für den Übergang zwischen qualitativen und quantitativen Methoden vorhanden sind oder keine Systematik für angebrachte Kombinationen von verschiedenen Methoden bestehen. Durch die konkreten Beschreibungen der Auswertungsstrategien sollten die Kriterien der Objektivität, Validität und Reliabilität erfüllt werden.

13.3 Ableitungen aus der Methodentriangulation und Empfehlungen für die Praxis

Die Methodentriangulation bestätigt die Gültigkeit der Ampelanalogie für die Farben Rot, Orange, Gelb und Grün über alle drei Methodenteile hinweg. Die Frage, ob die Ampelanalogie über verschiedene Teilstichproben verschiedener Länder bzw. Kulturen besteht, kann ebenso bejaht werden. Weiterhin ergaben sich Erkenntnisse für die Nutzung und den Einsatz der Farben Blau, Weiß und Lila. Folgende Empfehlungen können für die Praxis in Bezug auf den Einsatz der Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit abgeleitet werden:

Die Farbe Rot wird intuitiv von Nutzern als Gefahr verstanden, sie kann daher genutzt werden, um Gefahren zu kennzeichnen bzw. vor diesen zu warnen, z. B. bei zeitkritischen Notfallwarnungen (vgl. Abschnitt 8.1). Die Farbe Rot sollte verwendet werden, um eine höchste Gefahrenstufe abzubilden, wenn eine schnelle und unmittelbare Handlung der Nutzer erforderlich ist. Die Farbe Rot bildet somit die höchste Dringlichkeit ab. Sie sollte dennoch nicht pauschal in allen Warnungen verwendet werden, insbesondere um Habituationseffekten bei den Nutzern vorzubeugen, durch die die Farbe Rot gegebenenfalls nicht mehr die notwendige Dringlichkeit vermitteln würde.

Sollen nur zwei Farben zur Abgrenzung zwischen Gefahr und Sicherheit abgebildet werden, z. B. auf Kartendarstellungen, empfiehlt sich die Verwendung der Farben Grün und Rot im Sinne des *Alles-oder-nichts-Prinzips.* Außerdem stützt der hohe Komplementärkontrast der Farben Grün und Rot die Nutzung dieser beiden Farben (Itten, 1988). Die Farbe Grün wird als Farbe der Sicherheit verstanden. Dennoch wird eine Verwendung der Farbe Grün auf Sicherheitshinweisen bzw. Warnungen nur bedingt empfohlen. Mit der Farbe Grün ist eine etablierte Farbsymbolik zur Kennzeichnung von Flucht- und Rettungswegen verbunden;

sie sollte daher in diesem Anwendungskontext beibehalten bzw. bei der Kennzeichnung von Notausgängen einbezogen werden. Die Farbe Grün vermittelt dann Sicherheit im Sinne eines *freien Zugangs* bzw. *des Weges, der in einen sicheren Bereich führt*. Des Weiteren sollte die Farbe Grün für die Kennzeichnung von funktionierenden und fehlerfreien Systemzuständen genutzt werden, z. B. bei LED-Signalleuchten. Für Sicherheitshinweise sollte die Farbe Grün eher nicht verwendet werden, da diese bereits auf eine mögliche Gefahr hinweisen und mit dem mentalen Modell Sicherheit der Farbe Grün interferieren könnten. Hier wird eher der Einsatz der Farbe Blau empfohlen.

Ist eine weitere Abstufung von Gefahr und Sicherheit zwischen den Farben Rot und Grün notwendig, wird die Verwendung der Farbe Gelb empfohlen. Die Farbe Gelb wird intuitiv von Nutzern im Sinne von mittlerer Gefahr verstanden und trägt zudem die Farbsymbolik *Warnungsfarbe*. Vorsichtshinweise und gemäßigte Gefahrenwarnungen sollten daher mit der Farbe Gelb kodiert werden. Außerdem wird Gelb im Vergleich zu Orange als die ästhetisch angenehmere Farbe betrachtet (z.B. in Heller, 2000).

Für eine vierstufige Abstufung von Gefahr und Sicherheit sollte die Farbe Orange zwischen den Farben Rot und Gelb eingeführt werden. Entgegen den mehrdeutigen Ergebnissen der bisherigen Warnungsforschung bestätigt die vorliegende Triangulation die Abgrenzung dieser beiden. Die Farbe Gelb wird als sicherer eingestuft als die Farbe Orange, weshalb der Einsatz der beiden Farben zur Abstufung von mittlerer Sicherheit bzw. Gefahr für die Praxis empfohlen werden kann. Allerdings sollte dabei berücksichtigt werden, dass eine zusätzliche Abstufung den Nutzern das Verständnis der abgebildeten Gefahr erschweren könnte, z. B. wenn nur eine der beiden Farben auf einer aktuellen Ansicht angezeigt wird. Die Nutzer müssen dann gegebenenfalls zusätzlichen kognitiven Aufwand und Zeit aufbringen, um die Abgrenzung zwischen den Farben Gelb und Orange eindeutig zu verstehen. Die differenzierte Abstufung der mittleren Gefahr durch diese beiden Farben sollte daher immer der zu übermittelnden Information bzw. Gefährdung angepasst und im Sinne der Nutzerfreundlichkeit und Nutzbarkeit sowie in Bezug auf das Verhalten, das durch die Farben hervorgerufen werden soll, vorgenommen werden. Dabei sollte die Notwendigkeit dieser Abstufung immer hinterfragt werden.

Die Farbe Blau bildet im Kontext von Gefahr und Sicherheit zum einen geringe Gefahr, aber auch Sicherheit ab. Dieses mehrdeutige Bild zeigte sich über die drei Methoden hinweg. Zur Kennzeichnung von sicheren Bereichen auf Kartenausschnitten ist die Farbe Blau zwar geeignet, dennoch sollte in diesen Fällen eher die Farbe Grün verwendet werden. Eine detaillierte Abstufung von Sicherheit durch die Farben Grün und Blau scheint auf die Praxis bezogen nicht sinnvoll. Das mentale Modell *geringe Gefahr*, das mit der Farbe Blau verbun-

den wird, begründet den Einsatz dieser Farbe auf Sicherheitshinweisen und Geboten, z. B. in Bedienungsanleitungen oder Hinweisschildern, wie sie bereits im Verkehrsbereich genutzt werden.

Die Farbe Weiß trägt die Farbsymbolik Sicherheit und Neutralität. Die vergleichende Betrachtung der Farben Weiß mit den anderen betrachteten Farben zeigt, dass Weiß auf dem Kontinuum zwischen Gefahr und Sicherheit geringe Gefahr bzw. Sicherheit abbilden kann. Dennoch wird sie als Sicherheits- oder Warnungsfarbe nicht empfohlen. Als unbunte Farbe ist Weiß nicht geeignet, die Aufmerksamkeit der Nutzer auf sicherheitsrelevante Informationen oder gar Gefährdungen zu lenken. Dies wird gestützt durch die Farbsymbolik der Neutralität und ist sicherlich dadurch geprägt, dass z. B. im Buchdruck üblicherweise weißes Papier mit schwarzer Schrift verwendet wird. Die Farbe Weiß kann demnach zur Abbildung von neutralen Informationen genutzt werden oder zur Kennzeichnung, wenn keine Informationen vorhanden sind, etwa bei einer Statusabfrage eines Systems. Diese Form der Kennzeichnung ist jedoch nur zu empfehlen, wenn diese Informationen nicht unmittelbar sicherheitsrelevant sind und die Nutzer in dieser Art der Farbkodierung geschult sind.

Die Farbe Lila bildet mittlere Gefahr ab. Sie wird daher weder zur Abbildung von Sicherheit noch zur Kennzeichnung (hoher) Gefahr empfohlen. Lila ruft zudem mehrdeutige Konnotationen hervor. Auch wenn die Farbe im mittleren Bereich des Kontinuums zwischen Gefahr und Sicherheit liegt, wird eher die Verwendung der Farben Gelb und Orange empfohlen. In diesem Zusammenhang sollte eine solche Abstufung des mittleren Gefahrenbereichs auf die Nutzbarkeit und Nutzerfreundlichkeit hin betrachtet werden.

Der intuitive Einsatz von Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit weist einige Vorteile auf:

- Vermeidung und Verminderung von Fehlern, z. B. bei internationalen Nutzern
- Schnellere Reaktionen und bessere Leistungen, etwa beim Auffinden wichtiger Informationen
- Abbildung des angemessenen Ausmaßes von Gefahr
- Erhöhung der Compliance bei Warnungen
- Vermeidung von (visuellem) Stress

Um das intuitive Verständnis von Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit zu erhöhen, muss die farbliche Gestaltung mentale Modelle einbeziehen. Wird bereits in der Gestaltung deutlich, dass die verwendeten Farben nicht intuitiv verständlich sind, müssen Maßnahmen ergriffen werden, um z. B. die Farbkodierung von Informationen für die Nutzer verständlich zu machen. Hilfsmittel wie Legenden oder Manuals sind hier denkbar ebenso wie gezielte Informationen und Schulungen der Nutzer über die verwendete Farbkodierung,

insbesondere dann, wenn die Farbgestaltung in diesem Kontext von der üblichen Farbbedeutung abweicht. Lernen fördert damit die Festigung von mentalen Modellen der verwendeten Farbsymbolik.

Die vorliegende Arbeit gibt Aufschluss über das Verständnis und die Nutzbarkeit der betrachteten Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit. Es zeigt sich jedoch, dass verschiedene Faktoren die mentalen Modelle der Nutzer und das Verständnis der einzelnen Farben beeinflussen. Das Plädoyer für die Praxis geht in Richtung Standardisierung und konsequenter einheitlicher internationaler Nutzung der Farben der Ampelanalogie, aber auch der Farben Weiß, Blau und Lila. Nur so ist es möglich, mentale Modelle zu etablieren, die der Farbsymbolik im Kontext von Gefahr und Sicherheit entsprechen.

Aufgrund der nicht zu vernachlässigenden Anzahl von farbfehlsichtigen Menschen sollten Farbsehschwächen in die farbliche Gestaltung von Nutzeroberflächen und Warnungen einbezogen werden. Die Prävalenz der Rot-Grün-Farbfehlsichtigkeit von acht Prozent bei Männern im westeuropäischen Raum könnte dazu führen, dass insbesondere die Wahrnehmung einer farblichen Gestaltung mit den Farben Rot und Grün beeinträchtigt ist. Obwohl einige Berufsgruppen Farbfehlsichtigkeiten im Rahmen von Arbeitsschutzverordnungen berücksichtigen (z.B. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2010), werden bisher keine konkreten Vorgaben gemacht. Die Art der vorliegenden Farbfehlsichtigkeit muss in konkrete Umsetzungen einbezogen werden. Dies bedeutet, dass die betroffenen Nutzer über die Art ihrer Einschränkung berichten dürfen und entsprechende Maßnahmen für die Unterstützung der Betroffenen geplant werden. Farben dürfen in diesen Fällen nicht das einzige Gestaltungselement sein, vielmehr müssen wichtige Informationen durch Informations- und Warnungstexte (z. B. Signalwörter), Formen und Icons (z. B. Piktogramme) oder durch entsprechende räumliche Anordnungen (ähnlich des Prinzips der Anordnung der Lichter bei Ampeln) vermittelt werden.

14. Allgemeine Diskussion

Die Akquise und Auswahl von Probanden stellt in interkulturellen Forschungsarbeiten aufgrund der Vergleichbarkeit eine besondere Herausforderung dar (Genkova, 2009). Das Selektionskriterium der Nationalität und/oder Muttersprache führt nicht unbedingt dazu, dass ein kulturübergreifender Vergleich (engl. cross-cultural comparison) möglich ist. Dies liegt unter anderem daran, dass sich Menschen je nach Situation unterschiedlichen (kulturellen) Kollektiven (Hansen, 2009) zugehörig fühlen und das Selbstkonzept unter anderem vom sozialen Kontext, den aktuellen Aufgaben oder der Rolle anderer abhängig ist (Markus & Kitayama, 1991). Aus diesem Grund wurde zunächst jede Teilstichprobe für sich und dann der Vergleich der Teilstichproben untereinander betrachtet. Die Schwierigkeit der Generalisierbarkeit der Ergebnisse der Teilstichproben als kulturübergreifend wurde jedoch weniger stark in den Vordergrund gerückt, da die Probanden in Bezug auf ihre Landeszugehörigkeit als Teilstichprobe zusammengefasst und nicht als Kultur aufgefasst wurden. Es wurden jedoch länderspezifische Erklärungen für die Ergebnisse der verwendeten Methoden genutzt, z. B. die Farbsymbolik in Bezug auf die Freie Assoziation oder die gängige Farbgebung von Ausgangsschildern in den USA.

Die Akquise der Probanden stellte sich als unterschiedlich schwierig heraus. Insbesondere für die Teilstichprobe RU war es problematisch, Probanden zu gewinnen, da sie zum Teil durch direkte Ansprache für die Untersuchung gewonnen werden mussten. Weiterhin wurde auf Empfehlung der russischen Versuchsleiterin ein Motivationstext in die Instruktion eingefügt. Dieser Text beinhaltete unter anderem den Ausspruch Россия гордится тобой! (wörtlich zu übersetzen mit: *Russland ist stolz auf Dich!*). Dennoch zeigte sich, dass es die Probanden der Teilstichprobe RU am schwierigsten fanden, sich in die Untersuchung einzufinden. Erklärungen dafür könnten fehlende Vertrautheit mit derartigen Untersuchungen, fehlendes Vertrauen in die Versuchsleiterin oder fehlende Anreize für eine Teilnahme sein.

Die Teilstichproben setzten sich aus Probanden von 31 verschiedenen Studien- und Berufsgruppen zusammen. Nur die Teilstichprobe US bestand hauptsächlich aus Studenten und Studentinnen der Psychologie. Die variable Zusammensetzung der Stichprobe wurde als Vorteil für die vorliegende Arbeit betrachtet, da üblicherweise eher Studenten und Studentinnen der Psychologie in psychologischen Untersuchungen der Warnungsforschung als Probanden fungieren (z. B. in Braun & Silver, 1995) und die Stichproben daher in Bezug auf Alter und beruflichen Hintergrund meist sehr homogen sind. Insgesamt nahmen mehr Frauen als Männer an der Untersuchung teil, Unterschiede in den Ergebnissen aufgrund des Geschlechts konnten jedoch nicht festgestellt werden. Vorhandene Sehbeeinträchtigungen

wurden durch Brillen und Kontaktlinsen ausgeglichen. Unerwarteterweise musste kein Proband aufgrund von Farbfehlsichtigkeit ausgeschlossen werden.

Die Probanden erhielten keine monetäre Aufwandsentschädigung für ihre Teilnahme, die Probanden der Teilstichprobe US erhielten für die Teilnahme jedoch universitäre Leistungspunkte (Credit Points). Am Ende der Durchführung hatten alle Probanden die Möglichkeit, zwischen einer kleinen Packung Gummibärchen oder deutscher Schokolade zu wählen. Bei dieser Auswahl zeigte sich ein Unterschied: Die koreanischen Probanden favorisierten Gummibärchen, die russischen Probanden Schokolade. Eine Erklärung dafür konnte nicht gefunden werden und ist auch für die Fragen dieser Arbeit nicht unbedingt notwendig.

Der Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit war die Überprüfung der Ampelanalogie. Neben den Farben Grün, Gelb, Orange und Rot wurden der Untersuchung zusätzlich die Farben Weiß, Blau und Lila hinzugefügt. Da die Farbe Weiß als Farbreiz einbezogen wurde, mussten die Hintergründe der Kartenausschnitte, der Farbreize in der Freien Assoziation und die Umrandungen der Farbkarten in der Kartensortierung grau eingefärbt werden. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass sich z. B. aufgrund des Farbe-an-sich-Kontrasts, des Quantitätskontrasts oder des Simultankontrasts (vgl. Abschnitt 3.2.3; z. B. in Itten, 1988) die Wahrnehmung der betrachteten Farben verändert hat und dass die Farben beispielsweise als weniger stark gesättigt als auf weißem Hintergrund empfunden wurden. Auch ist davon auszugehen, dass die Figur-Grund-Trennung der Farbreize bei dem verwendeten grauen Hintergrund schlechter war als bei einem weißen Hintergrund.

Die Einbeziehung der Farbe Schwarz in die Methoden Freie Assoziation und Kartensortierung wäre sinnvoll gewesen, um das verwendete Farbspektrum um eine unbunte Farbe zu erweitern bzw. einen vollständigen Farbkreis zu erfassen. Bisherige Studien zeigten bereits, dass die Farbe Schwarz mit dem Bösen bzw. Tod assoziiert wird, die Untersuchungen bezogen sich allerdings nicht auf den Kontext von Gefahr und Sicherheit (z. B. in Clarke & Costall, 2008). Dieser Farbsymbolik folgend empfiehlt die ISO (2015) die Farbe Schwarz zur Kennzeichnung von tödlichen Gefahren, zusätzlich zur Farbe Rot und ähnlich der Farbe Lila. Da für die Methodentriangulation in allen drei Methoden dieselben Farben verwendet werden sollten und die Farbe Schwarz bereits für die Abbildung der Ausgänge auf den Kartenausschnitten verwendet wurde, konnte sie nicht als untersuchte Farbe einbezogen werden.

Werden die RAL-Farben bzw. die durch das CIE gemessenen Farben auf einem Bildschirm dargestellt, müssen diese nach Schanda (2007) als sogenannte *Pseudo-Farben* betrachtet werden, da die Farben dabei nicht unter Tageslicht wahrgenommen werden, sich Farbmessung aber üblicherweise auf Farbwahrnehmung bei Tageslicht und auf den sogenannten Normbeobachter bezieht (vgl. Abschnitt 4.2). Da sich die angewendeten Methoden jedoch

weder auf die genaue Farbmessung, noch auf differenzierte Farbähnlichkeiten oder -unterschiede im Sinne des Color Matchings fokussierten (z.B. Newhall et al., 1957; Wyszecki & Stiles, 2000), wurden die Farben in den Methoden Kartenausschnitte und Freie Assoziation dennoch auf einem Bildschirm dargestellt.

Für die vorliegende Arbeit mussten verschiedene Übersetzungen angefertigt werden. Die Übersetzung der Instruktionen stellte dabei eine besondere Herausforderung dar. So beschreibt Haas (2009), dass bei Übersetzungen verschiedene Problemquellen zu beachten sind. So ist beispielsweise in Bezug auf die Wechselwirkung zwischen Kultur und Sprache eine Übersetzung nicht nur auf sprachlicher Ebene, sondern ebenso auf Bedeutungsebene relevant und muss Konnotationen einbeziehen. Um dieses Problem auszuschließen oder zumindest zu minimieren, wurden die Übersetzungen von den Versuchsleitern soweit wie möglich gemeinsam angefertigt und diskutiert. Die Instruktionen in deutscher Sprache wurden sprachlich direkter, d. h. auffordernder formuliert als die englischen, russischen oder koreanischen Instruktionen. Ein Grund dafür sind die Höflichkeitsformen der koreanischen Sprache. Bei der Übersetzung der Instruktion ins Englische zeigte sich, dass die Kategorie Sicherheit in der Kartensortierung von *gar nicht sicher* bis *sehr sicher* unterschiedlich übersetzt werden konnte. Das Übersetzungsproblem wurde mit den Versuchsleiter und weiteren Muttersprachlern diskutiert, und letztendlich wurde das Wort *Security* verwendet (Auszug aus der Instruktion der Kartensortierung der Teilstichprobe US: *The left side represents a low level of security whereas the right side represents a high level of security.*). Die Daten der Freien Assoziation wurden bei der Teilstichprobe KR ins Deutsche, bei der Teilstichprobe RU ins Englische übersetzt. Rückübersetzungen, Kontrollen und die Diskussion der Übersetzungen mit den Versuchsleitern und anderen Muttersprachlern sollten angebrachte Übersetzungen gewährleisten. Dennoch sind Fehler in den Übersetzungen und damit in der Interpretation der Daten nicht vollständig auszuschließen.

Farbbedeutungen und Assoziationen benötigen einen Kontextbezug. Der Kontext von Gefahr und Sicherheit wurde insbesondere in der Freien Assoziation und der Kartensortierung eher als abstraktes Konzept vorgestellt, das den Probanden Interpretationsspielraum offen lassen sollte. Dieser explorative Zugang wurde bewusst gewählt, um einen möglichst allgemeinen Zugang zu den betrachteten Farben zu ermöglichen. In der Freien Assoziation wurden die Probanden immer wieder auf den Kontext Gefahr aufmerksam gemacht, auch wenn er nicht im Detail spezifiziert wurde. Was die Probanden genau unter dem vorgegeben Kontext Gefahr in der Untersuchung verstanden bzw. in ihn einbezogen, wurde nicht geklärt. In allen Teilstichproben nannten die Probanden zahlreiche Assoziationen außerhalb des Kontexts von Gefahr, insbesondere in der Teilstichprobe RU. Es ist davon auszugehen,

dass die Einbeziehung konkreterer Kontexte oder Szenarien Auswirkungen auf die Assoziationen gehabt hätte und so eher relative anstatt absolute Urteile bzw. Assoziationen möglich gewesen wären. Weiterhin geben die Assoziationen außerhalb des Kontexts einen Hinweis darauf, dass ein Farbreiz an sich nicht unbedingt ausreicht, um eine eindeutige Gefahr abzubilden. Eine Gefährdung sollte etwa durch Signalwörter oder Piktogramme (z. B. in Young, 1991) weiter verdeutlicht werden.

Der Kontext von Gefahr und Sicherheit wurde in den verwendeten Methoden eher als abstraktes Konzept und eher unter Laborbedingungen vorgestellt. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass die Einschätzung der Farben in echten Notfällen anders ausfallen würde. Dennoch geben die vorliegenden Methoden Hinweise auf die bestehenden mentalen Modelle der Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit.

Folgende Einschränkungen müssen hinsichtlich der Generalisierbarkeit der Ergebnisse berücksichtigt werden:

Die Probanden durchliefen die drei Methoden Kartenausschnitte, Freie Assoziation und Kartensortierung seriell. Da die Probanden als erstes die Methoden Kartenausschnitte durchführten und diese Methode den größten Anwendungsbezug der drei Methoden herstellte, können Einflüsse auf die beiden danach angewendeten Methoden Freie Assoziation und Kartensortierung nicht ausgeschlossen werden.

Die Stichprobengröße von 204 Probanden erscheint für die Auswertungen der Gesamtdaten angebracht. Probleme zeigten sich jedoch bei der Trennung der Daten in die Teilstichproben DE, KR, RU und US. Geringe Zellbesetzungen, insbesondere bei der Auswertung der Freien Assoziation, beschränken die Aussagekraft der quantitativen Auswertungsschritte.

Grundsätzlich ist es wichtig, in Farbuntersuchungen, in denen Farbreize präsentiert werden, konstante Bedingungen z. B. in Bezug auf die Beleuchtungsstärke herzustellen. Da die Durchführung der Methoden in verschiedenen Ländern und Infrastrukturen stattfand, konnte die Beleuchtungsstärke nicht immer kontrolliert werden. Durch Nutzung von ähnlichen bzw. sogar der gleichen Laptops zur Präsentation der Instruktionen, Farbreize und Kartenausschnitte mit Vorgaben zu den Einstellungen der Helligkeit und des Kontrasts könnte diesem Problem begegnet werden. Für die Kartensortierung wurden zwar die gleichen Karten verwendet, die Beleuchtung in den Untersuchungsräumen konnte aber nicht immer kontrolliert werden. Daher konnte keine vollständige Vereinheitlichung der Farbpräsentation erreicht werden. Da es in der vorliegenden Arbeit jedoch eher um den Farbton als um Farbabgleiche (Color Matching) und Helligkeits- oder Sättigungsunterschiede ging, wurden diese Störgrößen in Kauf genommen.

15. Ausblick und Forschungsfragen für die Zukunft

Aus einer sehr anwendungsbezogenen Ausgangsfrage der Nutzung der Farben als Abstufung von Gefahrenbereichen auf Bildschirmen in Betriebsleitstellen, ergab sich so eine grundlagenbezogene Untersuchung der Ampelanalogie und weiterer Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit. Bisher liegen keine Ergebnisse zum Verständnis der Ampelanalogie bei Kindern vor. Untersuchungen zur Farbwahrnehmung bei Kindern beziehen sich häufig auf Säuglinge und Kleinkinder. Dabei standen Farbsensitivität bzw. Farbdiskrimination und Farbpräferenzen im Vordergrund (z. B. Bornstein, 1975; Zemach, Chang & Teller, 2007). Ebenso wurden Farbbenennungen betrachtet. So zeigen Franklin et al. (2005) zeigen, dass bei Kindern die kategoriale Farbwahrnehmung nicht durch die Kenntnis von Farbwörtern beeinflusst wird und unterstützen somit die Perspektive der Universalisten, nach der Farbfunktionen und -wirkungen immanent im Menschen vorhanden und somit ohne Sprache wahrnehmbar sind. Untersuchungen zu Farbsymbolik und Farbverständnis von Kindern könnten mit Blick auf den Fokus der vorliegenden Arbeit durch eine systematische Betrachtung z. B. im Zusammenhang mit Fluchtwegschildern oder Warnhinweisen, die auch ohne Lesekompetenz verstanden werden können, erreicht werden. Dies könnte zusätzlichen Aufschluss über erlernte und immanente Farbsymboliken geben.

Der Kontext von Gefahr und Sicherheit wurde insbesondere in der Freien Assoziation und der Kartensortierung eher als abstraktes Konzept vorgestellt, das den Probanden Interpretationsspielraum offenlassen sollte. Vignettenstudien stellen eine sinnvolle Methode dar, um den Kontext von Gefahr und Sicherheit für die Probanden zu detaillieren, z. B. eine Vignettenstudie bei denen Farbassoziationen bei konkreten Brandszenarien in einem U-Bahnsystem untersucht werden.

Aufgrund der Prävalenz von Rot-Grün-Farbfehlsichtigkeit bei acht Prozent der Männer im westeuropäischen Raum kann insbesondere die Wahrnehmung einer farblichen Gestaltung durch die Farben Rot und Grün beeinträchtigt sein. Die Auswirkungen von Farbfehlsichtigkeiten im Kontext Gefahr und Sicherheit sind bisher nicht ausreichend untersucht. Diesbezügliche Veränderungen in der Farbsymbolik und Unterschiede in der Bildung von mentalen Modellen können Anknüpfungspunkte für weitere Forschung bieten.

Die Kartensortierung wurde im Vergleich zur üblichen Verwendung (z. B. in Courage & Baxter, 2005; Nielson, 2004; Spencer & Warfel, 2004) stark eingeschränkt, da nur sieben Farbkarten und eine Zuordnungskategorie (Sicherheit) verwendet wurde. Des Weiteren hatten die Probanden weder die Möglichkeit, weitere Farbkarten hinzuzufügen, d. h. weitere Abstufungen vorzunehmen, noch Farbkarten wegzulassen. Für die Untersuchung weiterer Rangordnungen von Farben zur Abgrenzung von Gefahrenabstufungen könnte die Farbe

Rot aufgrund der eindeutigen Ergebnisse im Sinne von höchster bzw. hoher Gefahr als Ausgangskarte für eine Kartensortierung im klassischen Sinne genutzt werden. Probanden hätten dann durch selbstständiges Erstellen von Karten die Möglichkeit, eigene Rangordnungen zu bilden.

Während der Durchführung der Untersuchung zeigte sich, dass nur einige wenige Probanden einzelne Farben ausgeschlossen hätten oder zwei Farben demselben Rang zugeordnet hätten. Der Vorteil der gewählten Kartensortierung lag darin, dass von allen Probanden eine Differenzierung zwischen den Farben und den Rängen vorgenommen werden musste und Rangordnungen abgeleitet werden konnten, ohne direkte und vollständige Paarvergleiche durchführen zu müssen. Dies war unter anderem nur möglich wegen der festgelegten Anzahl von sieben Farbkarten.

Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit war die farbliche Gestaltung von gefährdeten Bereichen auf Nutzeroberflächen in Betriebsleitstellen von U-Bahn-Verkehrsbetrieben. Da in der vorliegenden Arbeit Laien eine Beurteilung der Farben auf den Kartenausschnitten abgaben, sollten Folgenuntersuchungen die eigentlichen Nutzer und deren konkrete Arbeitsplätze einbeziehen. Auf diese Art können die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit validiert oder erweitert werden, z. B. in Bezug auf die Auswahlstrategien der Tendenz zur Mitte und die Konkurrenz der Farben Blau und Grün hinsichtlich der sichersten Ausgänge.

Das in der Methodentriangulation und der Methode Kartenausschnitte angewendete Schema des Urgency Mappings (Edworthy & Adams, 1996) bezieht sich eigentlich auf die Dimension Dringlichkeit im Sinne einer zeitlichen Dimension, also darauf, wie schnell und unmittelbar auf eine Warnung reagiert werden muss. Die Dimension Dringlichkeit wurde in der vorliegenden Arbeit daher nicht explizit erfasst. Dennoch bieten sich an dieser Stelle Ansatzpunkte für weitere Forschungsarbeiten, z. B. hinsichtlich der expliziten Erfassung der Dringlichkeit einer Farbe (z. B. angelehnt an Burt, Bartolome, Burdette & Comstock JR, 1995) und Edworthy und Adams, 1995).

Die Sicherheitsforschung zielt darauf ab, mögliche Gefahren und Störungen sowohl methodisch als auch systematisch zu analysieren. Das Forschungsanliegen der vorliegenden Arbeit war es, die Ampelanalogie und weitere Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit grundlagenbezogen zu untersuchen. Dieses Ziel wurde mit der Untersuchung erreicht. Damit leistet sie einen Beitrag zur Sicherheitsforschung. Zum einen zeigen die Erkenntnisse zu den betrachteten Farben, insbesondere die zu den Ampelfarben, grundlegende Sicherheitsaspekte in der Interpretation der Farben auf. Zum anderen können die Ergebnisse zu einer sichereren Farbgestaltung in anwendungsbezogenen Sicherheits- und Warnungskontexten beitragen. Wie das Thema Farbe selbst ist die Nutzung der betrachteten Farben damit je-

doch nicht erschöpfend erforscht. Weitere Untersuchungen in konkreten Anwendungskontexten sind wünschenswert, um zusätzliche Erkenntnisse zu Farben und deren Verwendung im Kontext von Gefahr und Sicherheit zu liefern.

16. Anhang

A: Dokumente der Methodentriangulation

A – 1: Bogen Informierte Einwilligung (deutsch)

Die Bögen *Informierte Einwilligung* in deutscher, koreanischer, russischer und amerikanisch-englischer Sprache befinden sich auf der beigefügten DVD im Ordner:
Anhang A – 1: Bogen Informierte Einwilligung

ORGAMIR

Einverständniserklärung

Um alle genannten Antworten genau zu erfassen, werden ihre Antworten während der Untersuchung mit einem digitalen Diktiergerät erfasst.

Die Aufnahmen werden nur für die Auswertung verwendet.

Alle Aufnahmen werden anonym aufbereitet und ausgewertet.

Einverständniserklärung

Ich bin damit einverstanden, dass während der Durchführung der Untersuchung meine Antworten mit einem digitalen Diktiergerät aufgenommen werden, damit diese den Mitarbeitern zur Auswertung zur Verfügung stehen.

_____ _____

Ort, Datum Unterschrift

A – 2: Bogen zur Erfassung der soziodemografischen Daten (deutsch)

Die Bögen *zur Erfassung der soziodemografischen Daten* in deutscher, koreanischer, russischer und amerikanisch-englischer Sprache befinden sich auf der beigefügten DVD im Ordner:
Anhang A – 2: Bogen zur Erfassung der soziodemografischen Daten

Angaben zur Person

Damit wir Ihre Angaben anonym aufbereiten und auswerten können, bekommt jeder Teilnehmer einen persönlichen Code.

Der persönliche Code setzt sich zusammen aus dem Geburtstag Ihrer Mutter (Tag) und dem Anfangsbuchstaben des Vornamens Ihrer Mutter und des Anfangsbuchstaben des Vornamens Ihres Vaters. Falls das Geburtsdatum einstellig ist, fügen Sie bitte als erste Stelle eine Null ein.

Beispiel: Ihre Mutter hat am 12. September Geburtstag und heißt Else, Ihr Vater heißt Wilhelm. Der Code lautet dann 12EW. **Pro Kästchen bitte nur eine Ziffer bzw. einen Buchstaben eintragen.**

(bitte ausfüllen)

Des Weiteren benötigen wir ein paar Angaben zu Ihrer Person:

Alter: _____

Geschlecht: □ männlich □ weiblich

Nationalität: _____

Beruf (bei Student Studiengang): _____

Führerschein: □ nein □ ja

Wie häufig nutzen Sie die U-Bahn?
- □ täglich
- □ mindestens 4 Tage pro Woche
- □ seltener als 4 Tage pro Woche
- □ gelegentlich
- □ nie

Arbeiten Sie gewöhnlich mit Kartenmaterial? □ nein □ ja

Sind Sie weitsichtig? □ nein □ ja

Sind Sie kurzsichtig? □ nein □ ja

wenn ja, tragen Sie eine Brille oder Kontaktlinsen, um die Sehschwäche auszugleichen? □ nein □ ja

Alle Angaben werden anonym aufbereitet und ausgewertet.

A – 3: Auszug aus dem Ishihara-Farbsehtest

Die verwendeten Farbkarten aus dem Ishihara-Farbsehstest (Ishihara, 1957) befinden sich zusätzlich auf der beigefügten DVD im Ordner:
Anhang A – 3: Auszug auf dem Ishihara-Farbsehtest

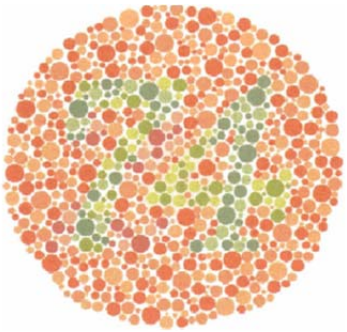


Abbildung 61. Ishihara-Farbsehtest Tafel 7.

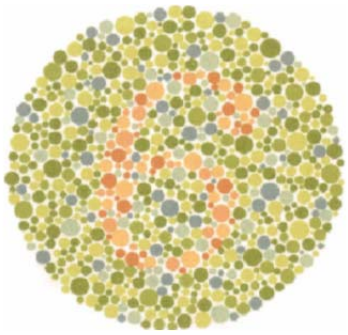


Abbildung 62. Ishihara-Farbsehtest Tafel 8.

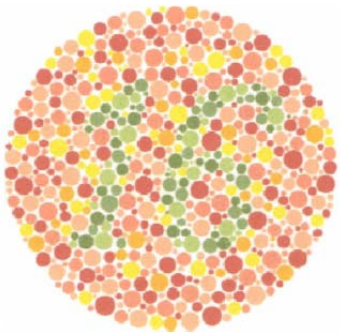


Abbildung 63. Ishihara-Farbsehtest Tafel 12.

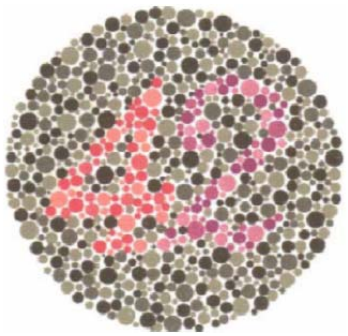


Abbildung 64. Ishihara-Farbsehtest Tafel 15.

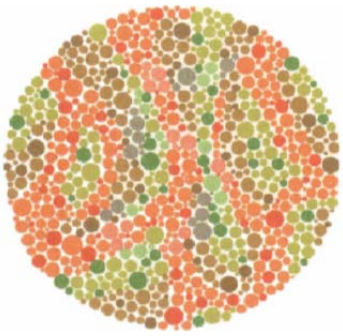


Abbildung 65. Ishihara-Farbsehtest Tafel 16.

A – 4: Versuchsleiterbogen (deutsch)

Die *Versuchsleiterbögen* in deutscher, koreanischer, russischer und amerikanisch-englischer Sprache befinden sich auf der beigefügten DVD im Ordner:
Anhang A – 4: Versuchsleiterbogen

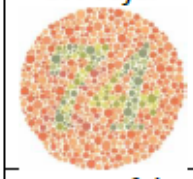
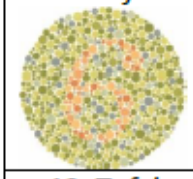
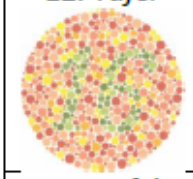
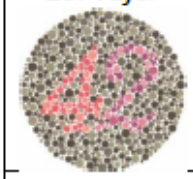
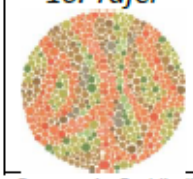
ORGAMIR

Bogen für VL: Ishihara Farbsehtest - Freie Assoziation – Kartensortieraufgabe

Persönlicher Code der VP (VL bitte ausfüllen):				
Laufende Nummer:				

Ishihara Farbsehtest:

Bitte nennen Sie jeweils die Zahl, die Sie in der folgenden Darstellung sehen können.

Farbtafel	Normal-sichtig	Fehlsichtig	Antwort der Vp
07. Tafel 	*74*	*Rot-Grün: 21*	
08. Tafel 	*6*	--	
12. Tafel 	*16*	--	
15. Tafel 	*42*	*Protanopie: 6* *Deuteranopie: 4*	
16. Tafel 	--	*Rot-Grün: 5*	

Protanopie: Rotblindheit
Deuteranopie: Grünblindheit

Bogen für VL: Ishihara Farbsehtest - Freie Assoziation – Kartensortieraufgabe

Persönlicher Code der VP (VL bitte ausfüllen):				
Laufende Nummer:				

Freie Assoziation

Was assoziieren Sie im Kontext Gefahrenbereich mit jeder Farbe?

Nr.	Farbe	Assoziation
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Kartensortieraufgabe:

Untersuchungsteil 3: Legen Sie bitte die farbigen Kärtchen so von links nach rechts, dass sie Ihrer subjektiv wahrgenommenen Sicherheit entsprechen. Die linke Seite entspricht dabei ‚gar nicht sicher', die rechte Seite ‚sehr sicher'.

B: Anhang Kartenausschnitte

B – 1: Instruktion der Kartenausschnitte in deutscher, koreanischer, russischer und englischer Sprache

Im Folgenden werden die Übersetzungen der Instruktion der Methode Kartenausschnitte ohne Formatierung wiedergegeben. Die formatierten Instruktionen in deutscher, koreanischer, russischer und amerikanisch-englischer Sprache befinden sich auf der beigefügten DVD im Ordner:

Anhang B – 1: Instruktion der Kartenausschnitte

Instruktion Teilstichprobe DE

Vielen Dank für die Teilnahme an einer Untersuchung im Rahmen
des Forschungsprojektes OrGaMIR
des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
Millionen Menschen benutzen täglich U-Bahnen. Die große Anzahl von Personen auf beschränktem Raum macht U-Bahnsysteme zu einem lohnenswerten Ziel für terroristische Angriffe.
Für das OrGaMIR-Projekt wurde ein Szenario ausgewählt, in dem eine gesundheitsschädigende chemische Substanz in einem U-Bahnsystem freigesetzt wird. Bei einer solchen Gefahr stellt der eingeschränkte Ausgang aus dem U-Bahnhof eines der größten Hindernisse für die Flucht der Fahrgäste dar.
Im OrGaMIR-Projekt wird ein System entwickelt, das eine Beurteilung der vorherrschenden und der voraussichtlichen Kontamination mit gefährlichen Stoffen ermöglicht.
Gegenstand der folgenden Untersuchung ist die farbliche Darstellung des Ausbreitungsverhaltens eines Gefahrstoffes auf Kartenausschnitten. Die Kartenausschnitte sollen den Mitarbeitern des U-Bahnbetriebs ermöglichen, Handlungsanweisungen an die Fahrgäste und die Rettungskräfte zu geben.
Stellen Sie sich vor, Sie sind Mitarbeiter der Leitstelle in einem U-Bahnbetrieb und es ist an einem Bahnsteig zur Freisetzung eines Gefahrstoffes gekommen.
Sie sitzen in der Leitstelle vor einem Bildschirm mit einem Kartenausschnitt des betroffenen U-Bahnsteigs.
Das OrGaMIR-System zeigt Ihnen farblich eine Prognose der Ausbreitung des Gefahrstoffes in den Ausgangsbereichen innerhalb der nächsten 10 Minuten an.
Ausgänge werden mit einem Buchstaben und einem Symbol dargestellt, die schematisch eine Treppe und einen Pfeil in die jeweilige Laufrichtung angeben, wie folgende Beispiele zeigen:
Alle dargestellten Ausgänge führen ins Freie.
Ihre Aufgabe ist es, die eingefärbten Ausgänge hinsichtlich ihrer Gefährdung durch den Gefahrstoff einzuschätzen; dabei liegt für weiß eingefärbte Ausgänge keine Prognose vor.
Sie sollen den Ausgang bestimmen, der am besten geeignet ist, um die Fahrgäste in Sicherheit zu bringen, die auf dem gesamten Bahnsteig verteilt stehen.
Bitte beantworten Sie für jede Darstellung folgende Frage
Welcher ist der sicherste Ausgang für die Fahrgäste?
Nennen Sie hierzu laut den Buchstaben des Ausgangs und drücken Sie zeitgleich die Leertaste; die Darstellung wird damit ausgeblendet.
Bitte beachten Sie:
Geben Sie Ihre Antworten so schnell wie möglich nach der Einblendung und stets laut und deutlich.
Es gibt keine richtigen bzw. falschen Antworten in dieser Untersuchung.
Jede Ihrer Einschätzungen ist wichtig und alle spontanen Äußerungen sollten genannt werden.
Die Einblendung eines neuen Kartenausschnittes erfolgt immer begleitet von einem Signalton.
Aufeinanderfolgende Kartenausschnitte stehen in keinem Zusammenhang zueinander und sind voneinander unabhängig.
Nach jeder Folie mit einem Kartenausschnitt folgt eine Folie mit der Frage:
Wie sicher sind Sie sich, dass Sie den sichersten Ausgang genannt haben?
Auf dem Antwortbogen schätzen Sie ein, wie sicher Sie sich sind, dass Sie den sichersten Ausgang genannt haben.
Dafür steht Ihnen eine Skala von 1 bis 10 zur Verfügung (1= gar nicht sicher; 10= sehr sicher).
Zunächst startet ein Probedurchgang, in dem Sie sehen, welche Art von Darstellung während der Untersuchung präsentiert wird.
In der Untersuchung werden jedoch andere Farben dargestellt.

Zusätzlich wird eine Legende zur Erklärung einiger Symbole eingeblendet.
Hier noch einmal die Hilfsfrage:
Welcher ist der sicherste Ausgang für die Fahrgäste?
Haben Sie noch Fragen?
Hier noch einmal die Hilfsfrage:
Welcher ist der sicherste Ausgang für die Fahrgäste?
Mit dem nächsten Klick beginnt die Untersuchung weiter….
Wie sicher sind Sie sich, dass Sie den sichersten Ausgang genannt haben?

Instruktion Teilstichprobe KR

수백만 명의 승객이 매일 지하철을 이용하고 있습니다. 좁은
공간 안에 많은 인원을 수용하는 지하철의 특징은 테러 집단의
표적이 되기 쉽습니다.
만약 지하철 내에서 생명에 위협적인 화학 물질에 의한 테러가
일어난다고 가정해봅시다. 이러한 위험 상황의 경우, 한정된
지하철 출구들은 승객들의 신속한 대피에 커다란 방해물이 될
수 있습니다.
저희 연구 프로젝트에서는 위험 물질에 의한 강력한 오염이
발생 할 수 있다는 전제 하에 판단 시스템을 만들었습니다.
저희 판단 시스템은 위험 물질의 확산 정도를 도면에 색깔로
표시 한 것입니다. 지하철 직원들은 이 도면을 참고하여
승객들과 구급 요원들에게 적절한 조치를 제공할 수 있습니다.
당신이 어떤 지하철 역 지휘 본부의 직원이며 위험 물질이
승강장에 방출 되었다고 가정해 봅시다.
당신은 지금 해당 지하철 역의 지휘
본부에서 승강장 지도를 모니터로
보고 있습니다
저희 시스템은 앞으로 10 분 내에 일어날 모든 출구 구역에서의
위험 물질의 확산 예측도를 색깔로 보여드립니다.
모든 출구에는 아래 보기와 같이 번호가 매겨져 있고 출구
계단의 화살표는 나가는 방향을 의미합니다.
또한 승객들은 모든 출구를 통해 탈출할 수 있습니다.
당신은 색깔로 표시된 출구들을 위험 물질에 의한 위험 정도와
관련하여 판단해야 합니다. 하얀색으로 표시된 출구는 아무런
예측이 없습니다.
당신은 전체 승강장에 흩어져 서 있는 승객들을 안전한 곳으로
대피시키기 위해서 가장 적합한 출구를 결정하여야 합니다.
각 도면마다 다음의 질문을 대답하여 주십시오
승객들에게 가장 안전한 출구는 어디입니까?
당신이 생각하는 가장 적당한 출구의 번호를 말씀하시고
동시에 스페이스 바를 눌러 주시면 도면이 사라집니다.
다음 사항에 주의하여 주십시오:
도면이 나타나면 가능한 한 빨리 크고 분명하게 대답해 주십시오.
이 설문에는 정답과 오답이 없습니다. 여러분의 모든 판단은
중요하며 즉흥적인 의견이 있으실 경우 말씀하십시오.
새로운 도면이 나타날 때마다 신호음이 울립니다.
도면의 순서는 무작위로 나타나며 서로 아무런 연관이 없습니다.
매 도면의 다음 장에는 다음과 같은 질문이 나타납니다:
당신은 지금 말씀하신 가장 안전한 출구에
대해서 얼마나 확신하십니까?
당신이 말씀하신 가장 안전한 출구에 대해서 얼마나 확신
하시는지 함께 받으신 대답 용지에 1 부터 10 의 수치 중 한 곳에
표시하여 주십시오.
(1= 전혀 확신하지 못함; 10= 매우 확신함).
설문을 시작하기에 앞서 설문이 어떻게 진행되는지 견본도면을
보여드립니다. 실제 설문에 사용되는 도면에서는 다른 색깔들이
표시됩니다.
또한 몇 개의 부호에 대한 해설이 나타납니다.
다시 한번 대답하셔야 할 질문을 알려드립니다:

승객들에게 가장 안전한 출구는 어디입니까?
다른 질문이 있으십니까?
다시 한번 대답하셔야 할 질문을 알려드립니다:
승객들에게 가장 안전한 출구는 어디입니까?
스페이스 바를 누르시면 설문이 시작됩니다…
당신은 지금 말씀하신 가장 안전한 출구에
대해서 얼마나 확신하십니까?

Instruktion Teilstichprobe RU

Благодарим тебя за участие в исследовании, проводимом в рамках одного большого проекта, в котором уже приняли участие студенты из стран Европы, Азии и Америки. Коллега, теперь и ты сможешь внести свой вклад в науку!
Россия гордится тобой!
Итак, какой он, твой первый проект?
Миллионы людей используют метро каждый день. Большое количество людей в ограниченном пространстве делает метро отличной целью для террористических атак.
Для проекта был выбран сценарий, при котром в системе метро террористами были использованы ядовитые химические вещества. При подобной опасности наибольшее затруднение для бегства пассажиров представляет ограниченная возможность выхода из метро.
В проекте разрабатывается система, которая позволяет оценить ситуацию в случае загрязнения опасными вещетвами.
Суть исследования в цветном представлении степени распространения ядовитых веществ с помощью плана. Использование этих планов должно предоставить возможность работникам метро давать указания, как действовать пассажирам и спасательным службам в случае опасности.
Представьте, что вы работник центра управления одного из предприятий метро и на одной из станций метро произошёл выброс отравляющих веществ.
Вы находитесь в центре управления перед монитором,
на котором изображён план подвергнувшейся
террористической атаке станции.
Система показывает в цвете прогноз распространения отравляющих веществ в области выходов из метро в течении следующих 10 минут.
Выходы изображены с помощью буквы и символа, которые схематически изображают лестницу и стрелку, указывающую направление движения, как указано в следующих примерах:
Все представленные выходы ведут на улицу.
Ваше задание заключается в следующем: вы должны оценить обозначенные цветом выходы согласно степени опасности отравляющего вещества. При этом прогнозы для неокрашенных выходов отсутствуют.
Вы должны определить выход из метро, который наилучшим образом подходит для вывода пассажиров, расположенных на снатции метро, в безопастное место.
Пожалуйста, ответьте на следующий вопрос для каждого изображения
Какой из представленных выходов наиболее безопасен для пассажиров?
Для этого отчётливо назовите букву, соответствующую выходу, и нажмите сразу же клавишу "пробел". Тем самым изображение будет скрыто.
Внимание!
После появления изображения отвечайте настолько быстро, насколько это возможно, при этом отвечайте громко и отчётливо.
В этом исследовании нет правильных или неправильных ответов. Важна каждая ваша оценка, а также все ваши спонтанные высказывания.
Появление каждого нового изображения будет сопровождено сигнальным звуком.
Следующие друг за другом изображения планов не находятся в какой-либо последовательности и независимы друг от друга.
После каждой страницы с изображением плана следует вопрос :
На сколько вы уверены в том, что выбрали наиболее безопасный выход?
На листе для ответов оцените, на сколько вы уверены в том, что выбрали наиболее безопасный выход. Для этого используйте шкалу от 1 до 10 (1 = абсолютно не уверен, 10 = абсолютно уверен).
Следующий пример покажет вам, в каком виде будут представлены изображения во время исследования.
Однако, в исследовании будут представлены другие цвета.
Дополнительно будут представлены пояснения к некоторым символам.
Напомним вопрос:

Какой из представленных выходов является наиболее безопасным для пассажиров?
У вас есть вопросы?
Напомним ещё раз вопрос:
Какой из представленных выходов является наиболее безопасным для пассажиров?
Кликните мышкой для того, чтобы начать исследование….

Instruktion Teilstichprobe US

Millions of people commute by subways on a daily basis. The popularity of underground railways and the large number of passengers in a limited space make underground railway-systems a worthwhile target for terrorist attacks.
Therefore, the specific scenario chosen for the following study is a release of a toxic chemical substance in an underground railway-system.
In such a dangerous situation, the limited amount of exits is a major obstacle for passengers trying to evacuate.
This study will help develop a security-assistant system that allows the identification of the present and expected contaminations of air in underground systems by volatile hazardous agents.
These excerpts will facilitate decisions of operators in control centers concerning instructions and targeted commands for personnel and passengers.
Imagine you are an operator in a control center of an underground railway system. While you are on duty, a toxic chemical substance was released in an underground railway station.
In front of you is a control-center display showing a partial view of the contaminated station platform.
The security system provides a colored forecast of the circulation of the hazardous agent at the exit areas within the next 10 minutes.
Exits are presented with a capital letter and a specific exit symbol which represents a schematical stairway with an arrow pointing to the direction of travel:
All exits equally lead to a secure area.
The purpose of this study is the presentation of the time-dependent circulation of the hazardous agents on excerpts of maps.
Your task is to rate colored exits with regards to the threat of the hazardous agent. Beware that for white-colored exits, there is no propagation forecast available.
Your task will be to identify the most appropriate exit (safest exit) for the passengers into a secure area. Passengers are equally distributed across the station platform.
Please answer for every map excerpt in the presentation the following question:
Which is the safest exit for the passengers?
Please say out loud the capital letter of the safest exit and simultaneously press the space key on your keyboard. By pressing the space key, the map excerpt will fade out.
Keep in mind:
Answer as fast as possible when the map excerpt is shown.
There are no right or wrong answers in the study. Please tell us every assumption or spontaneous comment you may have.
Every fade-in of a map excerpt is accompanied by a signal tone (“click”).
Map excerpts are presented one after another. All map excerpts are independent and are not connected with each other.
After every map excerpt you will be asked the following question:
How certain are you that you have chosen the safest exit?
Please indicate your answer on the answer-sheet for every map excerpt. Do so by checking a box on a scale from 1 to 10 (1= very certain; 10= not at all certain).
First, we will give an example to illustrate the kind of map excerpts that you are about to see during the study.
The colors in the study itself may differ from the colors used in the example. A legend will explain all symbols in the map excerpts.

B – 2: Kartenausschnitte

Die 13 verwendeten Kartenausschnitte in deutscher, koreanischer, russischer und amerikanisch-englischer Sprache befinden sich auf der beigefügten DVD im Ordner:
Anhang B – 2: Kartenausschnitte

B – 3: Daten der Kartenausschnitte

Die Daten der Kartenausschnitte, d.h. die Farben der ausgewählten sichersten Ausgänge der Probanden, befinden sich auf der beigefügten DVD im Ordner:
Anhang B – 3: Daten Kartenausschnitte

B – 4: Antwortbogen Gewissheit

Die Antwortbögen Gewissheit in deutscher, koreanischer, russischer und amerikanisch-englischer Sprache befinden sich auf der beigefügten DVD im Ordner:
Anhang B – 4: Antwortbogen Gewissheit

B – 5: Verteilungen der persönlichen Einschätzung der Gewissheit bezüglich der Auswahl des Ausgangs

Tabelle 32

Verteilung der Häufigkeiten der Gewissheit der Probanden aller Teilstichproben bei der Auswahl des sichersten Ausgangs (absolute Häufigkeiten sowie Prozentwerte)

	Farbe														
Bereich der Gewissheit	**Weiß**		**Grün**		**Rot**		**Blau**		**Gelb**		**Lila**		**Orange**		**Summe Gewissheit**
Niedrige Gewissheit (1-3)	32	8 %	32	8 %	18	7 %	30	6 %	20	6 %	21	5 %	31	9 %	184 (7 %)
Mittlere Gewissheit (4-7)	209	54 %	184	44 %	136	56 %	264	54 %	77	55 %	261	62 %	198	58 %	1429(54 %)
Hohe Gewissheit (8-10)	149	38 %	204	49 %	90	37 %	199	40 %	123	38 %	141	33 %	113	33 %	1019(39 %)
Summe	390		420		244		493		320		423		342		2632

Tabelle 33

Verteilung der Häufigkeiten der Gewissheit der Probanden DE bei der Auswahl des sichersten Ausgangs (absolute Häufigkeiten sowie Prozentwerte)

	Farbe														
Bereich der Gewissheit	**Weiß**		**Grün**		**Rot**		**Blau**		**Gelb**		**Lila**		**Orange**		**Summe Gewissheit**
Niedrige Gewissheit (1-3)	7	7 %	5	5 %	2	7 %	5	6 %	4	6 %	7	6 %	4	6 %	34 (6 %)
Mittlere Gewissheit (4-7)	49	48 %	41	39 %	15	56 %	70	54 %	41	64 %	77	66 %	46	69 %	339 (55 %)
Hohe Gewissheit (8-10)	47	46 %	60	57 %	10	37 %	52	40 %	19	30 %	33	28 %	17	25 %	238 (39 %)
Summe	103		106		27		127		64		117		67		611

Tabelle 34

Verteilung der Häufigkeiten der Gewissheit der Probanden KR bei der Auswahl des sichersten Ausgangs (absolute Häufigkeiten sowie Prozentwerte)

	Farbe														
Bereich der Gewissheit	**Weiß**		**Grün**		**Rot**		**Blau**		**Gelb**		**Lila**		**Orange**		**Summe Gewissheit**
Niedrige Gewissheit (1-3)	6	9 %	3	4 %	4	7 %	3	4 %	3	4 %	3	3 %	4	5 %	25 (5 %)
Mittlere Gewissheit (4-7)	38	59 %	51	63 %	41	67 %	54	66 %	40	53 %	48	68 %	57	68 %	329 (63 %)
Hohe Gewissheit (8-10)	20	31 %	27	33 %	16	26 %	25	30 %	33	43 %	21	30 %	23	27 %	165 (32 %)
Summe	64		81		61		82		76		71		84		519

Tabelle 35

Verteilung der Häufigkeiten der Gewissheit der Probanden RU bei der Auswahl des sichersten Ausgangs (absolute Häufigkeiten sowie Prozentwerte)

	Farbe														
Bereich der Gewissheit	**Weiß**		**Grün**		**Rot**		**Blau**		**Gelb**		**Lila**		**Orange**		**Summe Gewissheit**
Niedrige Gewissheit (1-3)	3	4 %	4	6 %	5	8 %	3	3 %	2	4 %	1	1 %	6	8 %	24 (5 %)
Mittlere Gewissheit (4-7)	46	58 %	24	34 %	29	45 %	45	49 %	27	40 %	34	47 %	34	47 %	239 (46 %)
Hohe Gewissheit (8-10)	31	39 %	43	61 %	31	48 %	43	47 %	38	57 %	37	51 %	33	45 %	256 (49 %)
Summe	80		71		65		91		67		72		73		519

Tabelle 36

Verteilung der Häufigkeiten der Gewissheit der Probanden US bei der Auswahl des sichersten Ausgangs (absolute Häufigkeiten sowie Prozentwerte)

	Farbe														
Bereich der Gewissheit	**Weiß**		**Grün**		**Rot**		**Blau**		**Gelb**		**Lila**		**Orange**		**Summe Gewissheit**
Niedrige Gewissheit (1-3)	16	11 %	20	12 %	7	8 %	19	10 %	11	10 %	11	7 %	17	14 %	101 (10 %)
Mittlere Gewissheit (4-7)	76	53 %	68	42 %	51	56 %	95	49 %	69	61 %	102	63 %	61	52 %	522 (53 %)
Hohe Gewissheit (8-10)	41	36 %	74	46 %	33	36 %	79	41 %	33	29 %	50	31 %	40	14 %	360 (37 %)
Summe	143		162		91		91		113		163		118		983

C: Anhang Freie Assoziation

C – 1: Reizmaterial der Freien Assoziation (deutsch)

Das Reizmaterial, d.h. die sieben präsentierten Farben sowie die gekürzte Instruktion der Freien Assoziation befinden sich in deutscher, koreanischer, russischer und amerikanisch-englischer Sprache auf der beigefügten DVD im Ordner:
Anhang C – 1: Reizmaterial Freie Assoziation

Abbildung 66. Reizmaterial Freie Assoziation Farbe Weiß.

Abbildung 67. Reizmaterial Freie Assoziation Farbe Grün.

Abbildung 68. Reizmaterial Freie Assoziation Farbe Rot.

Abbildung 69. Reizmaterial Freie Assoziation Farbe Blau

Abbildung 70. Reizmaterial Freie Assoziation Farbe Gelb

Abbildung 71. Reizmaterial Freie Assoziation Farbe Lila

Abbildung 72. Reizmaterial Freie Assoziation Farbe Orange.

C – 2: Übersetzungen der Instruktionen zur Freien Assoziation

Sprache	Instruktion
Deutsch	Nennen Sie bitte mündlich, was Sie mit der dargestellten Farbe im Kontext Gefahr assoziieren. Was assoziieren Sie im Kontext Gefahrenbereich mit jeder Farbe?
Koreanisch	지금부터 보여드리는 색깔을 보시고 위험과 관련하여 무엇이 연상되는지 말씀하여 주십시오. 위험과 관련하여 다음 색깔에서 무엇이 연상되십니까?
Russisch	Назовите ваши ассоциации в контексте опасности с представленным цветом. С чем ассоциируется у Вас этот цвет в контекте опасной зоны?
Englisch	Please tell us your associations with the presented color in the context of danger.

C – 3: Assoziationen der Probanden

Die vollständigen Datensätze der genannten Assoziationen der Probanden sowie entsprechende Übersetzungen befinden auf der beigefügten DVD im Ordner:
Anhang C – 3: Assoziationen Freie Assoziation

C – 4: Kodierleitfäden

C – 4.1: Kodierleifaden mit den Kategorien K0 bis K8 auf Deutsch

Kategorie	Definition	Ankerbeispiel	Kodierregel
K0	Keine Angaben	Pbn sagt gar nichts	Kein Datum in der Tabelle
K1: Höchste Gefahr	Subjektive Gewissheit, dass die Farbe die höchste Gefahrenstufe darstellt und eine unmittelbare Handlung erfordert	„höchste Gefahrenstufe"; „geht gar nicht"; „Tod"	▪ Verwendung von Wörter, die in Richtung ‚hoch' weisen: „am gefährlichsten" bzw. „sehr", „höchst"; ▪ Nennung der Farbe in Abgrenzung zu allen anderen Farben, sonst Einordnung in K2;
K2: Vorhandene/ mittlere Gefahr	Farbe stellt eine mögliche Gefahr bzw. einen Gefahrenbereich dar	„(mittlere) Gefahr"; „liegt zwischen…"; „gefährdet"; „gefährlich"; „Vorsicht"; „Achtung"; „Gift"; „Stopp"; „Gefahrenstoff"; „Feuer"	▪ Verwendung von Wörtern, die auf eine vorhandene Gefahr hinweisen, die nicht in Richtung „hoch" bzw. „niedrig" weisen; ▪ Gefahren, die nicht näher spezifiziert werden ▪ „Gefahren" ohne Attribute
K3: Niedrige Gefahr	Farbe stellt einen niedrigen Gefahrenbereich dar	„kurz vor gefährlich"; „nicht so/besonders gefährlich"; „eher gefährlich"	▪ Verwendung von Wörtern, die auf niedrige bis sehr niedrige Gefahr hinweisen: ▪ „bisschen"; „wenig";
K4: Keine Gefahr/ Sicherheit	Farbe stellt keine Gefahr, d.h. Sicherheit bzw. einen sicheren Bereich dar	„Sicherheit"; „Fluchtweg"; „frei"; „Notausgang"	▪ Verwendung von Wörtern die eindeutig Sicherheit hinweisen ▪ Wörter die Wege in einen sicheren Bereich repräsentieren
K5: Assoziation Warnung/Kennzeichnung	Farbe führt zu einer Assoziation die auf eine Warnung/Kennzeichnung hinweisen	„(Hinweis)Schild"; „Blinklicht"; „Kennzeichnung von …"; „auf Info warten"	▪ Verwendung von Wörtern, die mit der Farbe Aspekte zur Gestaltung und Verwendung von Alarmen, Hinweisen und Warnungen hinweisen; ▪ Handlungsimplikationen ▪ Wörter mit dem Zusatz „Schild" bzw. „Warnung"
K6: Keine Assoziation/ Neutral	Farbe führt, in Bezug auf den Kontext Gefahr, zu keiner Assoziation	„keine Assoziation"; „neutral"; „nichts"; „unscheinbar"; „normal"	▪ Verwendung von Wörtern, die darauf hinweisen, dann im Kontext Gefahr nichts mit der Farbe assoziiert wird oder ▪ Farbe „schwierig einzuordnen"
K7: Assoziationen außerhalb Kontext Gefahr	Farbe führt zu einer Assoziation, die nichts mit dem Kontext Gefahr zu tun hat	„Kartenausschnitt"; „Wasser"; „Blut"	▪ Verwendung von Wörtern, die auf eine Assoziation mit der Farbe außerhalb des Kontextes Gefahr hinweisen, z.B. Farbästhetik
K8: Assoziationen Hilfsorganisation	Farbe führt zu Assoziationen mit dem Kontext „Blaulicht-organisationen"	„Polizei"; „Krankenhaus"	▪ Notfall-Helfer ▪ Fahrzeuge und Ausrüstung der Helfer ▪ Einsatzkräfte ▪ Ersthelfer ▪ Sicherheitspersonal

C – 4.2: Kodierleitfaden mit den Kategorien K0 bis K8 auf Englisch

Category	Definition	Examples	Coding Rules
K0	No answer	Participant gave no answer	Blank cell
K1: Highest level of danger	Participants' subjective certainty that the presented color represents the highest level of danger	"highest level of danger"; "death"; "Exit absolutely impossible"	▪ Association indicates a very high level: ▪ "very dangerous"; "a lot"; "highest" ▪ Participants draw a clear distinction to all other colors, otherwise association belongs to K2
K2: Present danger/Mean level of danger	Color represents a possible danger or a mean level of danger	"mean level of danger"; "in between" ; "dangerous (without very!)"; "stop"; "attention"; "chemicals"; "fire"; "gas"; "danger"	▪ Association indicates neither a "high" nor a (very) "low" level ▪ "danger" and "hazard" without attributes ▪ Hazards to personal health
K3: Low level of danger	Color represents a low level of danger	"little bit of danger"; "somewhat"; "potentially dangerous"	▪ Association indicates a low to a very low level of danger
K4: No danger/ Safety	Color represents no danger, safety or a safe area	"safety"; "No danger"; "egress route"; "emergency exit"	▪ Words associated with a safe area/safety ▪ Safe routes
K5: Warning associations	Color represents an association in the context of warnings	„(Road) Sign"; „Traffic lights"; „Label of …"; "waiting for further Information"	▪ Associations in the context of warnings and alarms ▪ Implications for actions ▪ Words with the attribute "sign" or "warning"
K6: No association/ neutral	Color represents no association (in the context of danger)	"no association"; "neutral"; "nothing"; "none"; "normal"	▪ No Association (or connotations) with the color in the context of danger ▪ "difficult to classify"
K7: Associations out of the context of danger	Color represents an association but beyond the given context of danger	"love"; "water"; "tree"; "blood"; "sun"; "favorite color"	▪ Associations beyond/out of the context of danger ▪ Color aesthetics
K8: Associations emergency services	Color represents an association in the context emergency services	"ambulance"; "police sirens"; "hospital"; "fire truck"	▪ First responders ▪ Vehicles and equipment of first responders ▪ first aiders ▪ first responders ▪ security staff

C – 4.3: Kodierleitfaden RU mit den Unterkategorien K7, K71, K72 und K73

Category	Definition	Examples	Coding Rules
K7: Associations out of the context danger	Color represents an association but beyond the given context of danger	"flag"; "authority"; "start"; "deception" "warmth"; "clean"	▪ Associations beyond/out of the context of danger ▪ Associations that do not fit into K71 to K73
K71: Associations out of the context of danger "positive"		"love"'; "hope" "confidence"; "tranquility" "favorite color"	▪ Associations beyond/out of the context of danger ▪ Positive Color aesthetics ▪ Positive emotions
K72: Associations out of the context of danger "negative"		"stupidity" "hopelessness"; "depression"	▪ Negative Color aesthetics ▪ Negative emotions
K73: Associations out of the context of danger "nature"		"water"; "tree"; "sun"; "blood"	▪ Associations in the context of nature

C – 5: Ergebnisse der Intercoder-Reliabilität für die betrachteten Farben der Freien Assoziation

Tabelle 37

Intercoder-Reliabilität (K-alpha), Intercoder-Übereinstimmung (IU) sowie Anzahl der einbezogenen Paare der Sinneinheiten (nSE) für die Farbe Weiß

Variable	Weiß		
	K-alpha	IU	nSE
DE	.74	82 %	78
KR	.79	84 %	50
RU	.75	85 %	116
US	.92	94 %	103

Tabelle 38

Intercoder-Reliabilität (K-alpha), Intercoder-Übereinstimmung (IU) sowie Anzahl der einbezogenen Paare der Sinneinheiten (nSE) für die Farbe Grün

Variable	Grün		
	K-alpha	IU	nSE
DE	.65	81 %	79
KR	.91	94 %	48
RU	.79	88 %	118
US	.8	87 %	118

Tabelle 39

Intercoder-Reliabilität (K-alpha), Intercoder-Übereinstimmung (IU) sowie Anzahl der einbezogenen Paare der Sinneinheiten (nSE) für die Farbe Rot

Variable	Rot		
	K-alpha	IU	nSE
DE	.73	86 %	76
KR	.96	98 %	51
RU	.7	79 %	106
US	.82	88 %	131

Tabelle 40

Intercoder-Reliabilität (K-alpha), Intercoder-Übereinstimmung (IU) sowie Anzahl der einbezogenen Paare der Sinneinheiten (nSE) für die Farbe Blau

Variable	Blau		
	K-alpha	IU	nSE
DE	.76	83 %	81
KR	.90	92 %	52
RU	.71	89 %	117
US	.85	89 %	104

Tabelle 41

Intercoder-Reliabilität (K-alpha), Intercoder-Übereinstimmung (IU) sowie Anzahl der einbezogenen Paare der Sinneinheiten (nSE) für die Farbe Gelb

Variable	Gelb		
	K-alpha	IU	nSE
DE	.59	67 %	82
KR	.91	93 %	59
RU	.7	83 %	105
US	.86	90 %	112

Tabelle 42

Intercoder-Reliabilität (K-alpha), Intercoder-Übereinstimmung (IU) sowie Anzahl der einbezogenen Paare der Sinneinheiten (nSE) für die Farbe Lila

Variable	Lila		
	K-alpha	IU	nSE
DE	.77	81 %	80
KR	.85	88 %	48
RU	.89	95 %	107
US	.83	87 %	99

Tabelle 43

Intercoder-Reliabilität (K-alpha), Intercoder-Übereinstimmung (IU) sowie Anzahl der einbezogenen Paare der Sinneinheiten (nSE) für die Farbe Orange

Variable	Orange		
	K-alpha	IU	nSE
DE	.63	80 **%**	69
KR	.73	80 %	50
RU	.63	75 %	97
US	.82	87 %	110

C – 6: Tabelle Korrelationen Farbpaare ff' der Freien Assoziation

Tabelle 44

Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Spearman für alle Farbpaare ff' (n=8) für die Teilstichprobe DE über alle Kategorien; signifikante Korrelationen (zweiseitig; df= 6; α= 5 %) sind grau hinterlegt

Farbe	Weiß	Grün	Rot	Blau	Gelb	Lila	Orange
Weiß	-	*r* = .62 p = .104	*r* = -.03 p = .954	*r* = .72 p = .043	*r* = .28 p = .501	*r* = .41 p = .313	*r* = -.11 p = .792
Grün		-	*r* = -.2 p = .639	*r* = .81 p = .016	*r* = .49 p = .214	*r* = .45 p = .268	*r* = .04 p = .919
Rot			-	*r* = -.43 p = .288	*r* = .19 p = .661	*r* = -.27 p = .520	*r* = .81 p = .016
Blau				-	*r* = .4 p = .326	*r* = .8 p = .017	*r* = -.2 p = .628
Gelb					-	*r* = .49 p = .213	*r* = .58 p = .143
Lila						-	*r* = .07 p = .862

Tabelle 45

Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Spearman für alle Farbpaare ff' (n=8) für die Teilstichprobe KR über alle Kategorien; signifikante Korrelationen (zweiseitig; df= 6; α= 5 %) sind grau hinterlegt

Farbe	Weiß	Grün	Rot	Blau	Gelb	Lila	Orange
Weiß	-	*r* = .83 *p* = .012	*r* = -.191 *p* = .65	*r* = .85 *p* = .008	*r* = .4 *p* = .326	*r* = .65 *p* = .082	*r* = .07 *p* = .868
Grün		-	*r* = .11 *p* = .793	*r* = .95 *p* < .001	*r* = .59 *p* = .121	*r* = .78 *p* = .024	*r* = .48 *p* = .23
Rot			-	*r* = .82 *p* = .838	*r* = .57 *p* = .144	*r* = .06 *p* = .861	*r* = .67 *p* = .072
Blau				-	*r* = .64 *p* = .087	*r* = .79 *p* = .019	*r* = .48 *p* = .234
Gelb					-	*r* = .69 *p* = .059	*r* = .81 *p* = .015
Lila						-	*r* = .652 *p* = .08

Tabelle 46

Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Spearman für alle Farbpaare ff' (n=8) für die Teilstichprobe RU über alle Kategorien; signifikante Korrelationen (zweiseitig; df= 6; α= 5 %) sind grau hinterlegt

Farbe	Weiß	Grün	Rot	Blau	Gelb	Lila	Orange
Weiß	-	*r* = .35 *p* = .395	*r* = .1 *p* = .814	*r* = .58 *p* = .134	*r* = .33 *p* = .42	*r* = .68 *p* = .066	*r* = .37 *p* = .373
Grün		-	*r* = .78 *p* = .024	*r* = .88 *p* = .004	*r* = .94 *p* = .001	*r* = .86 *p* = .006	*r* = .95 *p* < .001
Rot			-	*r* = .67 *p* = .073	*r* = .83 *p* = .011	*r* = .64 *p* = .089	*r* = .78 *p* = .022
Blau				-	*r* = .87 *p* = .005	*r* = .91 *p* = .002	*r* = .85 *p* = .007
Gelb					-	*r* = .87 *p* = .005	*r* = .95 *p* < .001
Lila						-	*r* = .81 *p* = .014

Tabelle 47

Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Spearman für alle Farbpaare ff' (n=8) für die Teilstichprobe US über alle Kategorien; signifikante Korrelationen (zweiseitig; df= 6; α= 5 %) sind grau hinterlegt

Farbe	Weiß	Grün	Rot	Blau	Gelb	Lila	Orange
Weiß	-	*r* = .79 *p* = .019	*r* = -.37 *p* = .363	*r* = .9 *p* = .003	*r* = .26 *p* = .54	*r* = .87 *p* = .006	*r* = .037 *p* = .931
Grün		-	*r* = -.11 *p* = .793	*r* = .92 *p* = .001	*r* = .49 *p* = .223	*r* = .95 *p* < .001	*r* = .46 *p* = .258
Rot			-	*r* = -.29 *p* = .482	*r* = .28 *p* = .498	*r* = -.26 *p* = .535	*r* = .66 *p* = .073
Blau				-	*r* = .35 *p* = .399	*r* = .99 *p* < .001	*r* = .18 *p* = .67
Gelb					-	*r* = .38 *p* = .359	*r* = .83 *p* = .012
Lila						-	*r* = .255 *p* = .543

C – 7: Tabellen Trefferindices TIF_{f4}

Tabelle 48

Trefferindices TIF_{f4} der Kategorien K1 bis K4 der Teilstichprobe DE

	Farbe						
Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**
K1: Höchste Gefahr	0.028	0	0.304	0.021	0.032	0.022	0.071
K2: Gefahr	0.056	0.063	0.696	0.085	0.452	0.222	0.839
K3: Geringe Gefahr	0.028	0.063	0	0.255	0.387	0.489	0.071
K4: Keine Gefahr	0.889	0.875	0	0.638	0.129	0.267	0.018

Tabelle 49

Trefferindices TIF_{f4} der Kategorien K1 bis K4 der Teilstichprobe KR

	Farbe						
Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**
K1: Höchste Gefahr	0	0	0.175	0	0	0.043	0.029
K2: Gefahr	0.296	0.212	0.800	0.375	0.667	0.478	0.657
K3: Geringe Gefahr	0	0.061	0.025	0.042	0.167	0.130	0.286
K4: Keine Gefahr	0.704	0.727	0	0.583	0.167	0.348	0.029

Tabelle 50

Trefferindices TIF_{f4} der Kategorien K1 bis K4 der Teilstichprobe RU

	Farbe						
Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**
K1: Höchste Gefahr	0	0	0.031	0	0	0	0.024
K2: Gefahr	0.231	0.122	0.875	0.182	0.595	0.304	0.707
K3: Geringe Gefahr	0	0.020	0.016	0.045	0.162	0.043	0.098
K4: Keine Gefahr	0.769	0.857	0.078	0.773	0.243	0.652	0,171

Tabelle 51

Trefferindices TIF_{f4} der Kategorien K1 bis K4 der Teilstichprobe US

	Farbe						
Kategorie	**Weiß**	**Grün**	**Rot**	**Blau**	**Gelb**	**Lila**	**Orange**
K1: Höchste Gefahr	0.017	0	0.279	0	0	0	0.068
K2: Gefahr	0.136	0.125	0.721	0.258	0.763	0.262	0.767
K3: Geringe Gefahr	0.034	0.091	0	0.129	0.224	0.231	0.137
K4: Keine Gefahr	0.814	0.784	0	0.613	0.013	0.508	0.027

D: Anhang Kartensortierung

D – 1: Farbkarten Kartensortierung

Farbkarten der Kartensortierung befinden sich auf der beigefügten DVD im Ordner:
Anhang D – 1: Farbkarten Kartensortierung

D – 2: Instruktionen der Kartensortierung

Sprache	**Übersetzung der Instruktion**
Deutsch	Legen Sie bitte die farbigen Kärtchen so von links nach rechts, dass sie Ihrer subjektiv wahrgenommenen Sicherheit entsprechen. Die linke Seite entspricht dabei ‚gar nicht sicher', die rechte Seite ‚sehr sicher'.
Koreanisch	색깔 카드를 주관적으로 생각하시는 안전도에 상응하도록 왼쪽에서 오른쪽의 순서로 놓아 주십시오. 가장 왼쪽은 '전혀 안전하지 못함', 가장 오른쪽은 '매우 안전함'을 뜻합니다.
Russisch	Расположите карточки слева направо в таком порядке, который соответствует вашему ощущению безопасности (слева = полное отсутствие безопасности, справа = полная безопасность).
Englisch	Please arrange the colored cards from left to right. The order should represent your personally perceived security. The left side represents a low level of security whereas the right side represents a high level of security.

D – 3: Daten der Kartensortierung

Die vollständigen Datensätze der Kartensortierung der Probanden befinden auf der beigefügten DVD im Ordner:
Anhang D – 3: Daten der Kartensortierung

D – 4: KS Forschungsfrage 1 – Ergebnisse des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests

Tabelle 52

Z-Werte, p-Werte und Effektstärken des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests zu den betrachteten Farbpaaren anhand der Mediane der Rangordnungen aller Probanden (n = 204).

Ergebnis für ein Farbpaar (Mediane)	***z*-Wert**	***p*- Wert**	**Effektstärke *r***
Grün(*Mdn* = 6) < Weiß (*Mdn* = 6)	*z* = -.44	***p* = .659**	*r* = -.031
Rot (*Mdn* = 1) < Weiß (*Mdn* = 6)	*z* = -12.15	*p* < .001	*r* = -.851
Blau (*Mdn* = 5) < Weiß (*Mdn* = 6)	*z* = -8.63	*p* < .001	*r* = -.604
Gelb (*Mdn* = 3) < Weiß (*Mdn* = 6)	*z* = -11.77	*p* < .001	*r* = -.824
Lila (*Mdn* = 5) < Weiß (*Mdn* = 6)	*z* = -10.82	*p* < .001	*r* = -.758
Orange (*Mdn* = 2) < Weiß (*Mdn* = 6)	*z* = -11.81	*p* < .001	*r* = -.827
Rot (*Mdn* =1) < Grün (*Mdn* = 6)	*z* = -12,22	*p* < .001	*r* = -.856
Blau (*Mdn* = 5) < Grün (*Mdn* = 6)	*z* = -9.86	*p* < .001	*r* = -.69
Gelb(*Mdn* = 3) < Grün (*Mdn* = 6)	*z* = -11.86	*p* < .001	*r* = -.83
Lila (*Mdn* = 5) < Grün (*Mdn* = 6)	*z* = -9.59	*p* < .001	*r* = -.671
Orange (*Mdn* = 2) < Grün (*Mdn* = 6)	*z* = -11.91	*p* < .001	*r* = -.834
Blau (*Mdn* = 5) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -12.26	*p* < .001	*r* = -.858
Gelb(*Mdn* = 3) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -12.7	*p* < .001	*r* = -.889
Lila (*Mdn* = 5) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -12.16	*p* < .001	*r* = -.851
Orange (*Mdn* = 2) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -12.79	*p* < .001	*r* = -.895
Gelb (*Mdn* = 3) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -11.11	*p* < .001	*r* = -.778
Lila (*Mdn* = 5) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -6.02	*p* < .001	*r* = -.421
Orange (*Mdn* = 2) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -11.53	*p* < .001	*r* = -.807
Lila (*Mdn* = 5) > Gelb (*Mdn* = 3)	*z* = -9.87	*p* < .001	*r* = -.691
Orange (*Mdn* = 2) < Gelb (*Mdn* = 3)	*z* = -11.15	*p* < .001	*r* = -.781
Orange (*Mdn* = 2) < Lila (*Mdn* = 5)	*z* = -11.1	*p* < .001	*r* = -.777

Anmerkung: Nicht signifikante Unterschiede aufgrund des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests sind zur Verdeutlichung fett markiert.

D – 5: KS Forschungsfrage 2 – Häufigkeitstabellen der Rangordnungen der Teilstichproben DE, KR, RU und US

Tabelle 53

Überblick über die absoluten Häufigkeiten der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorie Sicherheit geordnet nach den Rangordnungen von 1 = gar nicht sicher bis 7 = sehr sicher für die Teilstichprobe DE

	Rangplatz						
Farbe	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Weiß	1	1	0	11	8	9	17
Grün	0	0	1	3	3	13	27
Rot	45	1	0	0	1	0	0
Blau	0	1	2	6	21	16	1
Gelb	1	2	35	4	1	4	0
Lila	0	2	6	22	11	4	2
Orange	0	40	3	1	2	1	0
Summe Spalte	47	47	47	47	47	47	47

Tabelle 54

Überblick über die absoluten Häufigkeiten der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorie Sicherheit geordnet nach den Rangordnungen von 1 = gar nicht sicher bis 7 = sehr sicher für die Teilstichprobe KR

	Rangplatz						
Farbe	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Weiß	2	1	3	11	7	2	14
Grün	1	0	1	6	2	13	17
Rot	32	5	0	0	3	0	0
Blau	1	5	2	7	6	13	6
Gelb	0	3	21	6	2	6	2
Lila	3	4	5	7	17	3	1
Orange	1	22	8	3	3	3	0
Summe Spalte	40	40	40	40	40	40	40

Tabelle 55

Überblick über die absoluten Häufigkeiten der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorie Sicherheit geordnet nach den Rangordnungen von 1 = gar nicht sicher bis 7 = sehr sicher für die Teilstichprobe RU

Farbe	Rangplatz 1	2	3	4	5	6	7
Weiß	4	3	2	12	4	3	12
Grün	3	6	3	6	5	6	11
Rot	24	4	1	6	2	0	3
Blau	3	5	3	7	12	7	3
Gelb	2	7	12	4	3	9	3
Lila	3	3	11	4	9	7	3
Orange	1	12	8	1	5	8	5
Summe Spalte	40	40	40	40	40	40	40

Tabelle 56

Überblick über die absoluten Häufigkeiten der Farben Weiß, Grün, Rot, Blau, Gelb, Lila und Orange in Bezug auf die Kategorie Sicherheit geordnet nach den Rangordnungen von 1 = gar nicht sicher bis 7 = sehr sicher für die Teilstichprobe US

Farbe	Rangplatz 1	2	3	4	5	6	7
Weiß	1	0	0	11	5	9	51
Grün	1	0	2	19	20	24	11
Rot	72	4	0	0	1	0	0
Blau	0	2	4	23	27	13	8
Gelb	0	8	56	7	2	4	0
Lila	1	2	4	17	20	26	7
Orange	2	61	11	0	2	1	0
Summe Spalte	77	77	77	77	77	77	77

D – 6: KS Forschungsfrage 2 – Ergebnisse des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests für die Teilstichproben DE, KR, RU und US

Tabelle 57

Z-Werte, p-Werte und Effektstärken des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests zu den betrachteten Farbpaaren anhand der Mediane der Rangordnungen für die Teilstichprobe DE (n = 47).

Ergebnis für ein Farbpaar (Mediane)	***z*-Wert**	***p*- Wert**	**Effektstärke *r***
Grün (*Mdn* = 7) > Weiß (*Mdn* = 6)	*z* = -4.82	*p* < .001	*r* = -.703
Rot (*Mdn* = 1) < Weiß (*Mdn* = 6)	*z* = -5.95	*p* < .001	*r* = -.868
Blau (*Mdn* = 5) < Weiß (*Mdn* = 6)	*z* = -3.54	*p* < .001	*r* = -.516
Gelb (*Mdn* = 3) < Weiß (*Mdn* = 6)	*z* = -5.89	*p* < .001	*r* = -.859
Lila (*Mdn* = 4) < Weiß (*Mdn* = 6)	*z* = -5.47	*p* < .001	*r* = -.798
Orange (*Mdn* = 2) < Weiß (*Mdn* = 6)	*z* = -5.93	*p* < .001	*r* = -.865
Rot (*Mdn* = 1) < Grün (*Mdn* = 7)	*z* = -6.1	*p* < .001	*r* = -.89
Blau (*Mdn* = 5) < Grün (*Mdn* = 7)	*z* = -6.16	*p* < .001	*r* = -.899
Gelb(*Mdn* = 3) < Grün (*Mdn* = 7)	*z* = -6.05	*p* < .001	*r* = -.882
Lila (*Mdn* = 4) < Grün (*Mdn* = 7)	*z* = -6.01	*p* < .001	*r* = -.877
Orange (*Mdn* = 2) < Grün (*Mdn* = 7)	*z* = -6.06	*p* < .001	*r* = -.884
Blau (*Mdn* = 5) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -6.07	*p* < .001	*r* = -.885
Gelb (*Mdn* = 3) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -6.25	*p* < .001	*r* = -.912
Lila (*Mdn* = 4) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -6.06	*p* < .001	*r* = -.884
Orange (*Mdn* = 2) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -6.52	*p* < .001	*r* = -.951
Gelb (*Mdn* = 3) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -5,93	*p* < .001	*r* = -.865
Lila (*Mdn* = 4) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -5.93	*p* < .001	*r* = -.865
Orange (*Mdn* = 2) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -6.02	*p* < .001	*r* = -.878
Lila (*Mdn* = 4) > Gelb (*Mdn* = 3)	*z* = -5.78	*p* < .001	*r* = -.843
Orange (*Mdn* = 2) < Gelb (*Mdn* = 3)	*z* = -6.12	*p* < .001	*r* = -.893
Orange (*Mdn* = 2) < Lila (*Mdn* = 4)	*z* = -5.99	*p* < .001	*r* = -.874

Tabelle 58

Z-Werte, p-Werte und Effektstärken des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests zu den betrachteten Farbpaaren anhand der Mediane der Rangordnungen für die Teilstichprobe KR (n = 40)

Ergebnis für ein Farbpaar (Mediane)	***z*-Wert**	***p*- Wert**	**Effektstärke *r***
Grün (*Mdn* = 6) > Weiß (*Mdn* = 5)	*z* = -4.33	*p* < .001	*r* = -.685
Rot (*Mdn* = 1) < Weiß (*Mdn* = 5)	*z* = -5.4	*p* < .001	*r* = -.854
Blau (*Mdn* = 5) < Weiß (*Mdn* = 5)	*z* = -1.61	***p* = .108**	*r* = -.255
Gelb (*Mdn* = 3) < Weiß (*Mdn* = 5)	*z* = -4.87	*p* < .001	*r* = -.77
Lila (*Mdn* = 5) < Weiß (*Mdn* = 5)	*z* = -4.7	*p* < .001	*r* = -.743
Orange (*Mdn* = 2) < Weiß (*Mdn* = 5)	*z* = -5.38	*p* < .001	*r* = -.851
Rot (*Mdn* = 1) < Grün(*Mdn* = 6)	*z* = -5.52	*p* < .001	*r* = -.873
Blau (*Mdn* = 5) < Grün(*Mdn* = 6)	*z* = -5.1	*p* < .001	*r* = -.806
Gelb (*Mdn* = 3) < Grün(*Mdn* = 6)	*z* = -5.38	*p* < .001	*r* = -.851
Lila (*Mdn* = 5) < Grün (*Mdn* = 6)	*z* = -5.63	*p* < .001	*r* = -.890
Orange (*Mdn* = 2) < Grün (*Mdn* = 6)	*z* = -5.56	*p* < .001	*r* = -.879
Blau (*Mdn* = 5) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -5.49	*p* < .001	*r* = -.868
Gelb (*Mdn* = 3) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -5.65	*p* < .001	*r* = -.893
Lila (*Mdn* = 5) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -5.36	*p* < .001	*r* = -.847
Orange (*Mdn* = 2) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -5.64	*p* < .001	*r* = -.892
Gelb (*Mdn* = 3) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -4.37	*p* < .001	*r* = -.691
Lila (*Mdn* = 5) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -5.23	*p* < .001	*r* = -.827
Orange (*Mdn* = 2) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -5.17	*p* < .001	*r* = -.817
Lila (*Mdn* = 5) > Gelb (*Mdn* = 3)	*z* = -1.7	***p* = .090**	*r* = -.269
Orange (*Mdn* = 2) < Gelb (*Mdn* = 3)	*z* = -5.79	*p* < .001	*r* = -.915
Orange (*Mdn* = 2) < Lila (*Mdn* = 5)	*z* = -4.7	*p* < .001	*r* = -.743

Anmerkung: Nicht signifikante Unterschiede aufgrund des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests sind zur Verdeutlichung fett markiert.

Tabelle 59

Z-Werte, p-Werte und Effektstärken des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests zu den betrachteten Farbpaaren anhand der Mediane der Rangordnungen für die Teilstichprobe RU (n = 40)

Ergebnis für ein Farbpaar (Mediane)	***z*-Wert**	***p*- Wert**	**Effektstärke *r***
Grün (*Mdn* = 5) = Weiß (*Mdn* = 4)	*z* = .0	***p* = 1.0**	*r* = 0
Rot (*Mdn* = 1) < Weiß (*Mdn* = 4)	*z* = -5.14	*p* < .001	*r* = -.813
Blau (*Mdn* = 5) < Weiß (*Mdn* = 4)	*z* = -2.6	*p* = .009	*r* = -.411
Gelb (*Mdn* = 3) < Weiß (*Mdn* = 4)	*z* = -4.95	*p* < .001	*r* = -.783
Lila (*Mdn* = 4) < Weiß (*Mdn* = 4)	*z* = -3.77	*p* < .001	*r* = -.596
Orange (*Mdn* = 3) < Weiß (*Mdn* = 4)	*z* = -3.98	*p* < .001	*r* = -.629
Rot (*Mdn* = 1) < Grün(*Mdn* = 5)	*z* = -5.14	*p* < .001	*r* = -.813
Blau (*Mdn* = 5) < Grün(*Mdn* = 5)	*z* = -2.98	*p* = .003	*r* = -.471
Gelb (*Mdn* = 3) < Grün(*Mdn* = 5)	*z* = -4.37	*p* < .001	*r* = -.691
Lila (*Mdn* = 4) < Grün(*Mdn* = 5)	*z* = -3.78	*p* < .001	*r* = -.598
Orange (*Mdn* = 3) < Grün(*Mdn* = 5)	*z* = -4.08	*p* < .001	*r* = -.645
Blau (*Mdn* = 5) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -5.13	*p* < .001	*r* = -.811
Gelb (*Mdn* = 3) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -5.28	*p* < .001	*r* = -.835
Lila (*Mdn* = 4) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -5.18	*p* < .001	*r* = -.819
Orange (*Mdn* = 3) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -5.31	*p* < .001	*r* = -.84
Gelb (*Mdn* = 3) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -2.88	*p* = .004	*r* = -.455
Lila (*Mdn* = 4) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -2.11	*p* = .035	*r* = -.334
Orange (*Mdn* = 3) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -2.06	*p* = .04	*r* = -.326
Lila (*Mdn* = 4) > Gelb (*Mdn* = 3)	*z* = -2.14	*p* = .033	*r* = -.338
Orange (*Mdn* = 3) > Gelb (*Mdn* = 3)	*z* = -.91	***p* = .366**	*r* = -.144
Orange (*Mdn* = 3) < Lila (*Mdn* = 4)	*z* = -1.15	***p* = .251**	*r* = -.182

Anmerkung: Nicht signifikante Unterschiede aufgrund des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests sind zur Verdeutlichung fett markiert.

Tabelle 60

Z-Werte, p-Werte und Effektstärken des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests zu den betrachteten Farbpaaren anhand der Mediane der Rangordnungen für die Teilstichprobe US (n = 77)

Ergebnis für ein Farbpaar (Mediane)	***z*-Wert**	***p*- Wert**	**Effektstärke *r***
Grün(*Mdn* = 5) < Weiß (*Mdn* = 7)	*z* = -6.76	*p* < .001	*r* = -.77
Rot (*Mdn* = 1) < Weiß (*Mdn* = 7)	*z* = -7.8	*p* < .001	*r* = -.889
Blau (*Mdn* = 5) < Weiß (*Mdn* = 7)	*z* = -7.04	*p* < .001	*r* = -.802
Gelb (*Mdn* = 3) < Weiß (*Mdn* = 7)	*z* = -7.73	*p* < .001	*r* = -.881
Lila (*Mdn* = 5) < Weiß (*Mdn* = 7)	*z* = -7.2	*p* < .001	*r* = -.821
Orange (*Mdn* = 2) < Weiß (*Mdn* = 7)	*z* = -7.71	*p* < .001	*r* = -.879
Rot (*Mdn* = 1) < Grün(*Mdn* = 5)	*z* = -7.65	*p* < .001	*r* = -.872
Blau (*Mdn* = 5) < Grün (*Mdn* = 5)	*z* = -5.01	*p* < .001	*r* = -.571
Gelb(*Mdn* = 3) < Grün (*Mdn* = 5)	*z* = -7.68	*p* < .001	*r* = -.875
Lila (*Mdn* = 5) < Grün (*Mdn* = 5)	*z* = -3.74	*p* < .001	*r* = -.426
Orange(*Mdn* = 2) < Grün(*Mdn* = 5)	*z* = -7.68	*p* < .001	*r* = -.875
Blau (*Mdn* = 5) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -7.7	*p* < .001	*r* = -.877
Gelb(*Mdn* = 3) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -8.01	*p* < .001	*r* = -.913
Lila (*Mdn* = 5) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -7.66	*p* < .001	*r* = -.873
Orange (*Mdn* = 2) > Rot (*Mdn* = 1)	*z* = -8.18	*p* < .001	*r* = -.932
Gelb (*Mdn* = 3) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -7.69	*p* < .001	*r* = -.876
Lila (*Mdn* = 5) > Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -2.84	*p* = .005	*r* = -.324
Orange (*Mdn* = 2) < Blau (*Mdn* = 5)	*z* = -7.74	*p* < .001	*r* = -.882
Lila (*Mdn* = 5) > Gelb (*Mdn* = 3)	*z* = -7.57	*p* < .001	*r* = -.863
Orange (*Mdn* = 2) < Gelb (*Mdn* = 3)	*z* = -8.14	*p* < .001	*r* = -.928
Orange (*Mdn* = 2) < Lila (*Mdn* = 5)	*z* = -7.61	*p* < .001	*r* = -.863

D – 7: KS Forschungsfrage 3 – Ergebnisse der Korrelationskoeffizienten der Rangordnungen zwischen den einzelnen Teilstichproben DE, KR, RU und US

Tabelle 61

Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Spearman für die Rangordnungen von Teilstichprobe aus KS Forschungsfrage 2

Teilstichprobe	KR	RU	US
DE	$r^s = .982$; $p < .001$	$r^s = .954$; $p = .001$	$r^s = .929$; $p = .003$
KR	-	$r^s = .943$; $p = .001$	$r^s = .855$; $p = .014$
RU		-	$r^s = .879$; $p = .009$

17. Abkürzungsverzeichnis

BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BOStrab	Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung)
CIE	International Commission on Illumination
CIEL*a*b	Metrik der CIE für nicht-selbstleuchtende Objekte zu Bestimmung von Farbunterschieden
DE	Deutsche Teilstichprobe
f	Abkürzung für eine betrachtete Farbe
FA	Methode Freie Assoziation
IR	Intercoder-Reliabilität nach Krippendorff
ISO	International Organization for Standardization
IU	Intercoder-Übereinstimmung
K	Kategorie der Freien Assoziation
KA	Methode Kartenausschnitte
K-alpha	Krippendorffs Alpha ist ein Maß zur Bestimmung der Intercoder-Reliabilität zwischen zwei Beurteilern
KR	Koreanische Teilstichprobe
nSE	Anzahl der einbezogenen Paare der Sinneinheiten zur Berechnung der Intercoder-Reliabilität
KS	Methode Kartenausschnitte
Pb(n)	Proband(en); die Teilnehmer der Untersuchung
RAL	RAL Farben ist ein Geschäftsbereich des gemeinnützigen RAL Deutschen Instituts für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V., das neben der Entwicklung von Farbpaletten für Industrie und Produktdesign auch Farbsammlungen für verschiedene Nutzungsbereiche anbietet.
RGB-Farbraum	Additiver Farbraum mit den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau
RU	Russische Teilstichprobe
US	US-amerikanische Teilstichprobe
TIK_{fK}	Trefferindices jeder einzelnen Farbe f in Bezug auf die Kategorien K1 bis K8 bzw. K1 bis K4 der Freien Assoziation
W	Kendalls Konkordanzkoeffizient

18. Literatur

Adams, F. M. & Osgood, C. E. (1973). A cross-cultural study of the affective meanings of color. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 4* (2), 135–156.

Allgemeiner Deutscher Automobil-Club. (2015). *Auto-Lieblingsfarben.* Zugriff am 23.08.2015. Verfügbar unter https://www.adac.de/infotestrat/adac-im-einsatz/motorwelt/autolieblingsfarben.aspx

alt-J. (2014). *Nara*. On *This is all yours*. Hamburg: Pias Coop/Infectious (rough trade).

Ansorge, U. & Leder, H. (2011). *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit*. Wiesbaden: VS Verlag.

Arbeitskreis Sicherheit an Schulen des Main-Taunus-Kreises. (2015). *FLS Farbleitsystem. Zur besseren Orientierung an Schulen und öffentlichen Gebäuden.* Zugriff am 21.08.2015. Verfügbar unter https://www.farbleitsystem.com/fls/

Backhaus, W. (1998). Physiological and psychophysical simulation of color vision in humans and animals. In W. Backhaus, R. Kliegl & J. S. Werner (Hrsg.), *Color vision. Perspectives from different disciplines* (S. 45–77). Berlin: Walter de Gruyter.

Backhaus, W., Kliegl, R. & Werner, J. S. (Hrsg.). (1998a). *Color vision. Perspectives from different disciplines*. Berlin: Walter de Gruyter.

Backhaus, W., Kliegl, R. & Werner, J. S. (1998b). Introduction. In W. Backhaus, R. Kliegl & J. S. Werner (Hrsg.), *Color vision. Perspectives from different disciplines* (S. xiii–xv). Berlin: Walter de Gruyter.

Badke-Schaub, P. (2012). Handeln in Gruppen. In P. Badke-Schaub, G. Hofinger & K. Lauche (Hrsg.), *Human Factors: Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen* (2.Aufl., S. 121–139). Berlin/Heidelberg: Springer.

Badke-Schaub, P., Hofinger, G. & Lauche, K. (Hrsg.). (2012). *Human Factors: Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen* (2.Aufl.). Berlin/ Heidelberg: Springer.

Bakker, A., Biehler, R. & Konold, C. (2005). Should young students learn about box plots? In G. Burril & M. Camden (Hrsg.), *Curricular Development in Statistics Education. International Association for Statistical Education (IASE) Roundtable* (S. 163–173). Lund: International Statistical Institute. Zugriff am 09.07.2015. Verfügbar unter http://www.srri.umass.edu/sites/srri/files/bakker-2005sys.pdf.

Banse, G. (2010). Techniksicherheit und Sicherheitskulturen. In P. Winzer, E. Schnieder & F.-W. Bach (Hrsg.), *Sicherheitsforschung - Chancen und Perspektiven* (S. 185–205). Berlin: Springer.

Barmeyer, C. (Hrsg.). (2010). *Interkulturelle Kommunikation und Kulturwissenschaft. Grundbegriffe, Wissenschaftsdisziplinen, Kulturräume*. Passau: Karl Stutz Verlag.

Bazeley, P. (2009). Analysing qualitative data: More than 'identifying themes'. *Malaysian Journal of Qualitative Research,* (2), 6–22.

Bazeley, P. (2010). *Metaphors for integrated analysis in mixed methods research,* Presented at the 6th International Mixed Methods Conference, 11th July, 2010. Zugriff am 16.01.2013. Verfügbar unter http://www.researchsupport.com.au/Metaphors_for_integrated_analysis.pdf

Bennett, K. B., Nagy, A. L. & Flach, J. M. (2006). Visual displays. In G. Salvendy (Hrsg.), *Handbook of human factors and ergonomics* (S. 1191–1221). Hoboken, NJ: John Wiley.

Berlin, B. & Kay, P. (1969). *Basic color terms. Their universality and evolution*. Berkeley/ Los Angeles, CA: University of California press.

Biehler, R. (1997). Students' difficulties in practising computer supported data analysis - Some hypothetical generalizations from results of two exploratory studies. In J. Garfield & G. Burril (Hrsg.), *Research on the role of technology in teaching and learning statistics* (S. 169–190). Voorburg, the Netherlands: International Statistical Institute. Zugriff am 10.07.2015. Verfügbar unter www.dartmouth.edu/~chance/teaching_aids/IASE/14.Biehler.pdf

Biggam, C. P. (2012). *The semantics of colour. A historical approach*. New York: Cambridge University Press.

Biggam, C. P., Hough, C. A., Kay, C. J. & Simmons, D. R. (Hrsg.). (2011). *New directions in colour studies*. Amsterdam: John Benjamins Pub.

Birren, F. (1978). *Color and human response. Aspects of light and Color bearing on the reactions of living things and the welfare of human being*. New York: Van Nostrand.

Blaikie, N. W. H. (1991). A critique of the use of triangulation in social research. *Quality and Quantity, 25* (2), 115–136.

Bolten, J. (2007). *Einführung in die Interkulturelle Wirtschaftskommunikation*. Göttingen: Vandenbroeck & Ruprecht.

Bornstein, M. H. (1975). Qualities of color vision in infancy. *Journal of Experimental Child Psychology, 19* (3), 401–419.

Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4.Aufl.). Heidelberg: Springer.

Bortz, J., Lienert, G. A. & Boehnke, K. (2008). *Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik* (3. Aufl.). Heidelberg: Springer.

Bowmaker, J. K. & Dartnall, H. J. (1980). Visual pigments of rods and cones in a human retina. *The Journal of Physiology*, 298, 501–511.

Bransby, M. & Jenkinson, J. (1998). *The management of alarm systems (Contract research report 166/1998).* Zugriff am 30.08.2012. Verfügbar unter http://www.hse.gov.uk/research/crr_pdf/1998/crr98166.pdf

Braun, C. C., Kline, P. B. & Silver, N. C. (1995). The influence of color on warning label perceptions. *International Journal of Industrial Ergonomics, 15* (3), 179–187.

Braun, C. C., Sansing, L. & Silver, N. C. (1994). The interaction of signal word and color on warning labels. Differences in perceived hazard. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 34,* 831–835.

Braun, C. C. & Silver, N. C. (1995). Interaction of signal word and colour on warning labels. differences in perceived hazard and behavioural compliance. *Ergonomics, 38* (11), 15.

Breznitz, S. (1984). *Cry wolf. The psychology of false alarms*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

Brown, R. W. & Lenneberg, E. H. (1954). A study in language and cognition. *The Journal of Abnormal and Social Psychology, 49* (3), 454–462.

Brunet, M. (1999-2015). *Symbolic meaning of the color yellow in Korea.* Zugriff am 30.08.2015. Verfügbar unter http://www.ehow.com/about_6617936_symbolic-meaning-color-yellow-korea.html

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. (2013). *BBK-Glossar. Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes* (Praxis im Bevölkerungsschutz, Bd. 8, Stand: 02/2013). Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe.

Bundesministerium der Justiz. (2007, November*). Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung - BOStrab)*. Vom 11. Dezember 1987 (BGBl. I S. 2648), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. November 2007 (BGBI. I S. 2569).

Bürgel, M. & Neumann, W. (2001). *Screen design und visuelle Kommunikation. Gestaltung interaktiver Oberflächen*. Heidelberg: Hüthig.

Burnham, J. C., Hanes, R. W. & Bartleson, R. M. (1963). *Color. A guide to basic facts and concepts*. New York/ London: Wiley & Sons, Inc.

Burt, J. L., Bartolome, D. S., Burdette, D. W. & Comstock JR, J. R. (1995). A psychophysiological evaluation of the perceived urgency of auditory warning signals. *Ergonomics, 38* (11), 2327-2340.

Camgöz, N., Yener, C. & Güvenc, D. (2004). Effects of hue, saturation, and brightness. Part 2: Attention. *Color Research & Application, 29* (1), 20–28.

Capra, M. G. (2005). Factor analysis of card sort data: An alternative to hierarchical cluster analysis. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 49* (5), 691–695.

Carlson, N. R. (2004). *Physiologische Psychologie* (8., aktualisierte Aufl.). München: Pearson Studium.

Chapanis, A. (1994). Hazards associated with three signal words and four colours on warning signs. *Ergonomics, 37* (2), 265-275.

Chen, N., Tanaka, K., Matsuyoshi, D. & Watanabe, K. (2015). Associations between color and shape in Japanese observers. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 9* (1), 101–110.

Chevreul, M. E. & Spanton, J. (1861). *The laws of contrast of colour (translated by J. Spanton)*. London: Routledge, Warne and Routledge.

Choudhury, A. K. R. (2014). *Principles of colour and appearance measurement*. Cambridge: Woodhead Publishing.

Christ, A. (2008). *Farbenlehre. Bilderwelten und die Magie der Farben. Geschichte, Symbolik, Praxis*. Igling: Fischer.

Chueva, E. (2011). *The role of color in danger visualization of native Russians*. Unveröffentlichter P5 Projektbericht, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jena.

Clarke, T. & Costall, A. (2008). The emotional connotations of color: A qualitative investigation. *Color Research & Application, 33* (5), 406–410.

Combs, J. P. & Onwuegbuzie, A. J. (2010). Describing and illustrating data analysis in mixed research. *International Journal of Education, 2* (2), E13.

Courage, C. & Baxter, K. (2005). *Understanding your users. A practical guide to user requirements methods, tools, and techniques* (Morgan Kaufmann series in interactive technologies). San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers.

Dartnall, H., Bowmaker, J. K. & Mollon, J. D. (1983). Human visual pigments: microspectrophotometric results from the eyes of seven persons. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biologival Sciences, 220* (1218), 115–130.

Davidoff, J. B. (1991). *Cognition through color* (Issues in the biology of language and cognition). Cambridge, Mass: MIT Press.

DeBoer, R. J. (2012). *Seneca's error: An affecitve model of cognitive resistance*. Dissertation, TU Delft. Delft.

Dedrick, D. (1998). *Naming the rainbow. Colour language, colour science, and culture* (Synthese library, Bd. 274). Dordrecht: Kluwer Acad. Publ.

Denzin, N. K. (1970). *The research act. A theoretical introduction to sociological methods.* Chicago: Aldine Publ. Co.

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. (2010). *Leitfaden für Betriebsärzte zur Anwendung des G 25. DGUV Grundsatz „Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten".* Zugriff am 12.10.2015. Verfügbar unter http://www.vbg.de/apl/zh/g25/1.htm

Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information. (2015). *ICD-10-GM Version 2016.* Zugriff am 12.10.2015. Verfügbar unter http://www.dimdi.de/static/de/klassi/icd-10-gm/kodesuche/onlinefassungen/htmlgm2016/block-h53-h54.htm

Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.). (2013). *Sicherheitskennzeichnung. Normen und Regelwerke*. DIN-Taschenbuch. Berlin: Beuth.

Dmitrieva, O. (2010). *Color associations,* Tomsk State University, Russia. Zugriff am 24.08.2015. Verfügbar unter https://malamtadi.wordpress.com/2010/08/13/color-associations/

Doran, S. (2013). *The culture of yellow: Or, the visual politics of late modernity*. New York, NY: Bloomsbury.

Dörner, D. (2008). *Bauplan für eine Seele* (2. Aufl.). Reinbek: Rowohlt.

Edworthy, J. & Adams, A. (1995). Quantifying and predicting the effects of basic text display variables on the perceived urgency of warning labels: Tradeoffs involving font size, border weight and colour. *Ergonomics, 38* (11), 2221–2237.

Edworthy, J. & Adams, A. (1996). *Warning design. A research prospective*. London/ Bristol, PA: Taylor & Francis.

Elliot, A. J. & Niesta, D. (2008). Romantic red: red enhances men's attraction to women. *Journal of Personality and Social Psychology, 95* (5), 1150–1164.

Emerson, B. (2009). *EXIT Sign Color - East/West.* Zugriff am 26.08.2015. Verfügbar unter http://oxhouse.org/etc/exit/

Engelbrecht, K. (2003). *The impact of color on learning.* NeoCON 2003. Zugriff am 01.09.2015. Verfügbar unter sdpl.coe.uga.edu/HTML/W305.pdf

Fahlbruch, B., Schöbel, M. & Marold, J. (2012). Sicherheit. In P. Badke-Schaub, G. Hofinger & K. Lauche (Hrsg.), *Human Factors: Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen* (2.Aufl., S. 21–38). Berlin/ Heidelberg: Springer.

Farrington-Darby, T., Wilson, J. R., Norris, B. J. & Clarke, T. (2006). A naturalistic study of railway controllers. *Ergonomics, 49* (12-13), 1370–1394.

Feldman, M. S. (1995). *Strategies for interpreting qualitative data*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3rd ed.). London: Sage Publications.

Flick, U. (2007). *Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung*. Reinbek: Rowohlt.

Flick, U. (2011). *Triangulation. Eine Einführung* (Qualitative Sozialforschung, Bd. 12, 3., aktualisierte Aufl.). Wiesbaden: VS.

Florida Coastal Management Program. (2012). *Beach Warning Flags.* Zugriff am 21.08.2015. Verfügbar unter http://www.dep.state.fl.us/cmp/programs/flags.htm

Frank, H., Jailbird & Anony (2008). Electromagnetic Wave Spectrum. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electromagnetic_spectrum_c.svg#/media/File:Electromagnetic_spectrum_c.svg

Franklin, A., Clifford, A., Williamson, E. & Davies, I. (2005). Color term knowledge does not affect categorical perception of color in toddlers. *Journal of Experimental Child Psychology, 90* (2), 114–141.

Franz, G., Chatziastros, A. & Buelthoff, H. H. (2005). *A13 Tunnel San Bernardino Erneuerung: Literaturrecherche und Stellungnahme zum Farbkonzept. Auftrags-Nr. 14.85.01 / 16-21 / 9806-174 (Unveröffentlichter Bericht)*. Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen.

Freelon, D. G. (2010). ReCal: Intercoder reliability calculation as a web service. *International Journal of Internet Science, 5* (1), 20–33.

Freelon, D. G. (2013). *ReCal2: Reliability for 2 coders - dfreelon.org.* Zugriff am 11.04.2014. Verfügbar unter http://dfreelon.org/utils/recalfront/recal2/

Fricke, N. (2009). Warn- und Alarmsounds im Automobil. In G. Spehr (Hrsg.), *Funktionale Klänge. Hörbare Daten, klingende Geräte und gestaltete Hörerfahrungen* (S. 45–64). Bielefeld: transcript.

Frieling, H. (1984). *Farben am Arbeitsplatz*. München: Meindl Druck.

Gage, J. (1994). *Kulturgeschichte der Farbe. Von der Antike bis zur Gegenwart*. Ravensburg: Maier.

Gage, J. (1999). *Die Sprache der Farben. Bedeutungswandel der Farbe in der bildenden Kunst*. Ravensburg: Ravensburger.

Galitz, W. O. (1985). *Handbook of screen format design*. Wesseley, MA: North-Holland.

Galitz, W. O. (2007). *The essential guide to user interface design. An introduction to GUI design principles and techniques*. Indianapolis, IN: Wiley Publishing Inc.

Gekeler, H. (2000). *Handbuch der Farbe. Systematik, Ästhetik, Praxis*. Köln: Dumont.

Gerritsen, F. (1988). Die drei Dimensionen einer Farbe. In J. Eucker & J. Walch (Hrsg.), *Farbe. Wahrnehmung, Geschichte und Anwendung in Kunst und Umwelt* (Schroedel, Bd. 10216, S. 17). Hannover: Schroedel.

Geum, K.-S. & Jung, H. (2012). Color continuity and change in Korea culture. In M. R. DeLong & B. Martinson (Hrsg.), *Color and design* (S. 125–140). London: Berg Publishers.

Gnatz, S. (2014). *Warum ist die Ampel rot, gelb, grün?* Zugriff am 03.09.2015. Verfügbar unter http://www.sygna.de/tag/farben-ampeln-rot-gelb-gruen/

Goethe, J. W. von. (1810). *Zur Farbenlehre*. Tübingen: J.G. Cotta.

Goldstein, E. B. (2002). *Wahrnehmungspsychologie* (2. deutsche Aufl.). Heidelberg: Spektrum.

Green-Armytage, P. (2006). The value of knowledge for colour design. *Color research and application, 31* (4), 253–269.

Griffith, L. J. & Leonard, S. D. (1997). Association of colors with warning signal words. *International Journal of Industrial Ergonomics, 20* (4), 317–325.

Groh, A. (Hrsg.). (2011). *Was ist Farbe? Beleuchtungen eines alltäglichen Phänomens ; Bunte Beiträge aus der Wissenschaft*. Berlin: Weidler Buchverlag Berlin.

Guéguen, N., Jacob, C., Lourel, M. & Pascual, A. (2012). When drivers see red: Car color frustrators and drivers' aggressiveness. *Aggressive Behavior, 38* (2), 166–169.

Haas, H. (2009). Übersetzungsprobleme in der interkulturellen Befragung. *Interculture Journal, 8* (10), 61–77.

Häberle, C. J. (1999). *Farben in Europa. Zur Entwicklung individueller und kollektiver Farbpräferenzen*. Dissertation, Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal. Wuppertal. Zugriff am 20.08.2013. Verfügbar unter http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-300/d059904.pdf

Häcker, H. O. & Stapf, K.-H. (Hrsg.). (2004). *Dorsch. Psychologisches Wörterbuch*. Bern: H. Huber.

Hancock, H. E., Rogers, W. A. & Fisk, A. D. (2001). An evaluation of warning habits and beliefs across the adult life span. *Human Factors, 43* (3), 343–354.

Hannah, S. (2005). *Sorting out card sorting: Comparing methods for information architects, usability specialists, and other practitioners*. Capstone Report, University of Oregon. Zugriff am 24.02.2015. Verfügbar unter https://scholarsbank.uoregon.edu/xmlui/handle/1794/7818

Hansen, K. P. (2011). *Kultur und Kulturwissenschaft. Eine Einführung* (Utb, Bd. 1846, 4., vollst. überarb. Aufl.). Tübingen: A. Franke.

Hardin, C. L. (2005). Explaining basic color categories. *Cross-Cultural Research, 39* (1), 72–87.

Hayes, A. F. & Krippendorff, K. (2007). Answering the call for a standard reliability measure for coding data. *Communication Method and Measures, 1* (1), 77–89.

Heath, C. & Luff, P. (1992). Collaboration and control. Crisis management and multimedia technology in London Underground Control rooms. *Computer Supported Cooperative Work, 1* (1-2), 69–94.

Heimendahl, E. (1974). *Licht und Farbe. Ordnung und Funktion der Farbwelt* (Unveränderter photomechanischer Nachdruck). Berlin: De Gruyter.

Heller, E. (2000). *Wie Farben auf Gefühl und Verstand wirken*. München: Droemer.

Heller, E. (2011). *Wie Farben wirken. Farbpsychologie, Farbsymbolik, kreative Farbgestaltung*. Reinbek: Rowohlt.

Hellier, E., Aldrich, K., Wright, D. B., Daunt, D. & Edworthy, J. (2007). A multi dimensional analysis of warning signal words. *Journal of Risk Research, 10* (3), 323–338.

Hofinger, G., Zinke, R. & Künzer, L. (2014). Human factors in evacuation simulation, planning, and guidance. *Transportation Research Procedia. The Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics 2014 (PED 2014), 22-24 October 2014, Delft, 2,* 603–611.

Hölzer, M. & Kächele, H. (2010). Einige (neuere) Bemerkungen zur freien Assoziation. *Forum der Psychoanalyse, 26* (2), 121–127.

Hudson, W. (2014). Card sorting. In M. Soegaard & Dam Rikke Friis (Hrsg.), *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction* (2nd ed.). Aarhus, Denmark: The Interaction Design Foundation. Verfügbar unter https://www.interaction-design.org/encyclopedia/card_sorting.html

Hupka, R. B., Zaleski, Z., Otto, J., Reidl, L. & Tarabrina, N. V. (1997). The colors of anger, envy, fear, and jealousy: A cross-cultural study. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 28* (2), 156–171.

Hutchings, J. (2004). Colour in folklore and tradition. The principles. *Color Research & Application, 29* (1), 57–66.

International Atomic Energy Agency. (2013). *The international nuclear and radiological event scale. User's manual.* Zugriff am 19.08.2015. Verfügbar unter http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10508/INES-The-International-Nuclear-and-Radiological-Event-Scale-User-s-Manual-2008-Edition

International Commission on Illumination. (2000-2015). *CIE Colorimetry - part 4: 1976 L*a*b* colour space.* Zugriff am 12.08.2015. Verfügbar unter http://www.cie.co.at/index.php/index.php?i_ca_id=485

International Organization for Standardization. (2008). *ISO 11664-4:2008 (CIE S 014-4/E:2007) – Colorimetry - Part 4: CIE 1976 L*a*b* Colour space.* Zugriff am 12.08.2015. Verfügbar unter http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=52497

International Organization for Standardization. (2011a). ISO 3864-4:2011(en): Graphical symbols - safety colours and safety signs - Part 4: Colorimetric and photometric properties of safety sign materials. Verfügbar unter http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=51000

International Organization for Standardization. (2011b). ISO 7010:2011(en): Graphical symbols - safety colours and safety signs - registered safety signs. Verfügbar unter https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:7010:ed-2:v1:en

International Organization for Standardization. (2014). ISO 22324:2014: Societal security - emergency management - guidelines for colour coded alerts.

International Organization for Standardization. (2015). ISO 22324:2015(en): Societal security - emergency management - guidelines for colour-coded alerts.

Ishihara, S. (1957). *Tests for colour blindness* (authorized 12th ed., completely revised). Tokyo: Kanehara Shuppan.

Itten, J. (1988). Die sieben Farbkonstraste. In J. Eucker & J. Walch (Hrsg.), *Farbe. Wahrnehmung, Geschichte und Anwendung in Kunst und Umwelt* (Schroedel, Bd. 10216, S. 41–45). Hannover: Schroedel.

Janssen, J. & Laatz, W. (2013). *Statistische Datenanalyse mit SPSS. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul exakte Tests* (8. Aufl.). Berlin: Springer.

Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J. & Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research, 1* (2), 112–133.

Karagol-Ayan, B. (2012, 02. Juni). *Color vision confusion.* Zugriff am 13.08.2015. Verfügbar unter http://www.co-bw.com/DMS_color_vsion_confusion.htm

Karwowski, W. (2006). The Discipline of Ergonomics and Human Factors. In G. Salvendy (Hrsg.), *Handbook of human factors and ergonomics* (S. 3–31). Hoboken, NJ: John Wiley.

Katz, D. (1969). *Gestaltpsychologie* (4. Aufl. / bearb. und erg. von Wolfgang Metzger, Michael Stadler und Heinrich Crabus). Basel: Schwabe.

Kaufmann, F.-X. (1973). *Sicherheit als soziologisches und sozialpolitisches Problem. Untersuchungen zu einer Wertidee hochdifferenzierter Gesellschaften* (2., umgearbeitete Aufl.). Stuttgart: Enke.

Kay, P. (2005). Color categories are not arbitrary. *Cross-Cultural Research, 39* (1), 39–55.

Kline, P. B., Braun, C. C., Peterson, N. & Silver, N. C. (1993). The impact of color on warnings research. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 37* (14), 940–944.

Kottner, J. & Streiner, D. L. (2011). The difference between reliability and agreement. *Journal of Clinical Epidemiology, 64* (6), 701–702.

Krippendorff, K. (2004). Reliability in content analysis: Some common misconceptions and recommendations. *Human Communication Research, 30* (3), 411–433.

Krippendorff, K. (2013). *Content analysis. An introduction to its methodology* (3rd ed). Los Angeles: SAGE.

Kuhlmann, A. (1995). *Einführung in die Sicherheitswissenschaft* (2., völlig überarb. Aufl.). Köln: Verlag TÜV Rheinland.

Künzer, L. (2009). *Dynamische Fluchtwegslenkung - Anforderungen aus psychologischer Sicht,* Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Regensburg, Regensburg.

Künzer, L., Hofinger, G. & Zink, T. (2014). Psychological aspects ofGerman signal words in evacuation warnings. In U. Weidmann, U. Kirsch & M. Schreckenberg (Hrsg.), *Pedestrian and Evacuation Dynamics 2012* (Bd. 2, S. 1135–1147). Cham: Springer.

Küppers, H. (1987). *Farbe. Ursprung - Systematik - Anwendung. Einführung in die Farbenlehre*. München: Muster-Schmidt.

Lamantia, J. (2003). *Analyzing card sort results with a spreadsheet template.* Zugriff am 22.01.2013. Verfügbar unter http://boxesandarrows.com/analyzing-card-sort-results-with-a-spreadsheet-template/

Lazarus, R. & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York, NY: Springer Publishing Company. Verfügbar unter http://books.google.com/books?id=i-ySQQuUpr8C

Legendre, P. (2005). Species associations: The Kendall coefficient of concordance revisited. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, 10* (2), 226–245.

Lehmann, B. (1998). *Rot ist nicht "rot" ist nicht (rot). Eine Bilanz und Neuinterpretation der linguistischen Relativitätstheorie* (Tübinger Beiträge zur Linguistik, Bd. 431). Tübingen: Narr.

Leonard, S. (1999). Does color of warnings affect risk perception?. *International Journal of Industrial Ergonomics, 23* (5-6), 499–504.

Lichtenfeld, S., Elliot, A. J., Maier, M. A. & Pekrun, R. (2012). Fertile green: green facilitates creative performance. *Personality & social psychology bulletin, 38* (6), 784–797.

Lim, H. S. (2011). *Das Projekt „OrGaMIR" im Kontext der koreanischen Wahrnehmung*. Unveröffentlichter P5 Projektbericht, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jena.

Lombard, M., Snyder-Duch, J. & Bracken, C. C. (2002). Content analysis in mass communication: Assessment and reporting of intercoder reliability. *Human Communication Research, 28* (4), 587–604.

Loriot. (1981). *Loriot's dramatische Werke*. Zürich: Diogenes.

Lucy, J. A. (1992). *Language diversity and thought: A reformulation of the linguistic relativity hypothesis:* Cambridge University Press.

Luff, P., Heath, C. & Jirotka, M. (2000). Surveying the scene: Technologies for everyday awareness and monitoring in control rooms. *Interacting with Computers, 13* (2), 193–228.

Luximon, A., Chung, L. W. & Goonetilleke, R. S. (1998). Safety signal words and color codes. The perception of implied hazard by Chinese people. *Proceedings of the 5th Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics,* 30–33.

MacEvoy, B. (2005). *Do "primary" colors exist?* Zugriff am 15.08.2015. Verfügbar unter http://www.handprint.com/HP/WCL/color6.html

Mahnke, F. H. & Mahnke, R. H. (1987). *Color and light in man-made environments*. New York: Nostrand Reinhold.

Mayring, P. (2002). *Einführung in die qualitative Sozialforschung - Eine Einleitung zu qualitativen Denken* (5. Aufl.). Weinheim/Basel: Beltz.

Mazur, J. E. (2004). *Lernen und Gedächtnis* (PS Psychologie, 5., aktualisierte Aufl.). München: Pearson Studium.

McClintock, T., Shields, T., Reinhardt-Rutland, A. & Leslie, J. (2001). A behavioural solution to the learned irrelevance of emergency exit signage. In M.I.T. (Hrsg.), *Human Behaviour in Fire. Proceedings of the Second International Symposium on Human Behaviour in Fire* (S. 23–33).

McGill, R., Tukey, J. W. & Larsen, W. A. (1978). Variations of box plots. *The American Statistician, 32* (1), 12.

Meier, B. P., D'Agostino, P. R., Elliot, A. J., Maier, M. A. & Wilkowski, B. M. (2012). Color in context: Psychological context moderates the influence of red on approach- and avoidance-motivated behavior. *PLoS One, 7* (7), e40333.

Metzger, W., Stadler, M. & Crabus, H. (1986). *Gestalt-Psychologie. Ausgewählte Werke aus den Jahren 1950-1982*. Frankfurt am Main: Kramer.

Mohs, C., Hurtienne, J., Israel, J. H., Naumann, A., Kindsmüller, M. C., Meyer, H. A. et al. (2006). UUI—Intuitive Use of User Interfaces. In T. Bosenick, M. Hassenzahl, M. Müller-Prove & M. Peissner (Hrsg.), *Usability Professionals 06. German Chapter der Usability Professionals' Association* (S. 130–133).

Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.). (2012). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2., aktual. u. überarb. Aufl.). Berlin: Springer.

Newhall, S. M., Burnham, R. W. & Clark, J. R. (1957). Comparison of successive with simultaneous color matching. *Journal of the Optical Society of America, 47* (1), 43–54.

Newton, I. S. (1717). *Opticks. or, a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light* (4th ed.). Zugriff am 02.09.2015. Verfügbar unter http://www.gutenberg.org/ebooks/33504

Nielson, J. (2004). *Card sorting: How many users to test.* Zugriff am 23.02.2015. Verfügbar unter http://www.nngroup.com/articles/card-sorting-how-many-users-to-test/

Nilsson, D., Frantzich, H. & Saunders, W. (2005). Coloured flashing lights to mark emergency exits - experiences from evacuation experiments. *Fire Safety Science, 8,* 569–579.

Nilsson, D., Johansson, M. & Frantzich, H. (2009). Evacuation experiment in a road tunnel: A study of human behaviour and technical installations. *Fire Safety Journal, 44* (4), 458–468.

Norman, D. A. (1988). *The design of everyday things*. New York: Basic Books.

Norman, D. A. (2004). *Emotional design. Why we love (or hate) everyday things*. New York: Basic Books.

Nüchterlein, P. & Richter, P. (2008). Raum und Farbe. In P. G. Richter (Hrsg.), *Architekturpsychologie - eine Einführung* (S. 209–231). Lengerich: Pabst Science Publishers.

Olsen, W. (2004). Triangulation in social research: Qualitative and quantitative methods can really be mixed. *Developments in Sociology, 20,* 103–121.

Onwuegbuzie, A. J. & Johnson, R. B. (2006). The validity issue in mixed research. *Research in the Schools, 13* (1), 48–63.

Onwuegbuzie, A. J. & Teddlie, C. (2002). A framework for analyzing data in mixed methods research. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Hrsg.), *Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research* (S. 351–383). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Parsons, S. O., Seminara, J. L. & Wogalter, M. S. (1999). A summary of warning research. *Ergonomics in Design, 7* (1), 21–31.

Piekara, F. H. (1988). *Wie idiosynkratisch ist Wissen? Individuelle Unterschiede im Assoziieren u. bei d. Anlage u. Nutzung von Informationssystemen* (Europäische Hochschulschriften. Reihe 6, Psychologie, Bd. 240). Frankfurt am Main u.a.: Lang.

Plaß, M. (2008). *OrGaMIR. Organisationsübergreifende Gefahrenabwehr zum Schutz von Menschen und kritischen Infrastrukturen durch optimierte Prävention und Reaktion* (OrGaMIR Whitepaper). Zugriff am 23.11.2008. Verfügbar unter: http://www.orgamir.de/

Pravossoudovitch, K., Cury, F., Young, S. G. & Elliot, A. J. (2014). Is red the colour of danger? Testing an implicit red-danger association. *Ergonomics, 57* (4), 503–510.

Proctor, R. & van Zandt, T. (2008). *Human factors in simple and complex systems* (2nd ed.). Boca Roca, FL: CRC press.

RAL gemeinnützige GmbH. (2010). *RAL - Farben. Farben machen den Unterschied.* Zugriff am 26.08.2013. Verfügbar unter http://www.ral-farben.de/

Rathje, S. (2009). Der Kulturbegriff – Ein anwendungsorientierter Vorschlag zur Generalüberholung. In A. Moosmüller (Hrsg.), *Konzepte kultureller Differenz. Münchener Beiträge zur Interkulturellen Kommunikation* (Band 22, S. 83–106). Münster: Waxmann.

Regier, T. & Kay, P. (2009). Language, thought, and color: Whorf was half right. *Trends in Cognitive Sciences, 13* (10), 439–446.

Renaud, P. & Blondin, J.-P. (1997). The stress of Stroop performance: physiological and emotional responses to color–word interference, task pacing, and pacing speed. *International Journal of Psychophysiology, 27* (2), 87–97.

Richter, T. & Zwaan, R. A. (2009). Processing of color words activates color representations. *Cognition, 111* (3), 383–389.

Rodeck, B., Meerwein, G. & Mahnke, F. H. (1998). *Mensch - Farbe - Raum*. Leinfelden Echterdingen: Alexander Koch GmbH.

Rogers, W. A., Lamson, N. & Rousseau, G. K. (2000). Warning research. An integrative perspective. *Human Factors, 42* (1), 102–139.

Rothkegel, A., Banse, G. & Renn, O. (2010). Interdisziplinäre Risiko- und Sicherheitsforschung. In P. Winzer, E. Schnieder & F.-W. Bach (Hrsg.), *Sicherheitsforschung - Chancen und Perspektiven* (S. 147–162). Springer.

Rousseau, G. K., Lamson, N. & Rogers, W. A. (1998). Designing warnings to compensate for age-related changes in perceptual and cognitive abilities. *Psychology & Marketing, 15* (7), 643–662.

Russo, P. & Boor, S. (1993). How fluent is your interface? In B. Arnold, G. van der Veer & T. White (Hrsg.), *CHI '93 Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 342–347).

Saldãna, J. (2013). *The coding manual for qualitative researchers* (2nd ed.). London: SAGE.

Saunders, B. & van Brakel, J. (2002). The Trajectory of Color. *Perspectives on Science, 10* (2), 302–355.

Schanda, J. (Hrsg.). (2007). *Colorimetry: Understanding the CIE System*. Hoboken, NJ: Wiley & Sons, Inc.

Schilb, S. (2003). *Konzeption und Implementierung eines Card Sorting Tools*. Diplomarbeit. Fachhochschule Kaiserslautern.

Schirillo, J. A. (2001). Tutorial on the importance of color in language and culture. *Color Research & Application, 26* (3), 179–192.

Schmeling, R. & Schator, M. (2007). *Normenkonforme Warnhinweise in Bedienungsanleitungen nach ANSI Z535.6 und ISO 3864-2*.

Schnieder, E. & Schnieder, L. (2010). Präzisierung des normativen Sicherheitsbegriffs durch formalisierte Begriffsbildung. In P. Winzer, E. Schnieder & F.-W. Bach (Hrsg.), *Sicherheitsforschung - Chancen und Perspektiven* (S. 73–115). Berlin: Springer.

Schreyer, J. & Gerhardt, P. (2003). Notfallszenarien für Tunnelanlagen des ÖPNV. *Tagungsband: STUVA-Tagung 2003. Tunnel - Lebensader der mobilen Gesellschaft (Forschung + Praxis: U-Verkehr und unterirdisches Bauen)* (Bd 40), 121–128.

Schutzkommission beim Bundesminister des Innern. (2009). *Gefahren und Warnung. Drei Beiträge* (Schriftenreihe der Schutzkommisssion beim BMI, Band 1). Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe.

Sefrin, P., Weidringer, J. W. & Weiss, W. (2003). Sichtungskategorien und deren Dokumentation. *Deutsches Ärzteblatt 100,* (31-32), A2058-2058.

Seufert, G. (1955). *Farbnamenlexikon von A - Z*. Göttingen: Musterschmidt.

Shibasaki, M. & Masataka, N. (2014). The color red distorts time perception for men, but not for women. *Scientific Reports, 4,* 5899.

Siegel, S. & Castellan, N. J. (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.

Simmons, D. R. (2011). Colour and emotion. In C. P. Biggam, C. A. Hough, C. J. Kay & D. R. Simmons (Hrsg.), *New directions in colour studies* (S. 395–413). Amsterdam: John Benjamins Pub. Co.

Smets, G. (1969). Time expression of red and blue. *Perceptual and Motor Skills, 29* (2), 511–514.

Smith-Jackson, T. L. & Wogalter, M. S. (2000). Users' hazard perceptions of warning components: An examination of colors and symbols. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 44 (32), 55–58.

Sorkin, R. D. (1988). FORUM. Why are people turning off our alarms? *The Journal of the Acoustical Society of America, 84* (3), 1107.

Spencer, D. & Warfel, T. (2004). *Card sorting: A definitive guide.* Zugriff am 22.01.2013. Verfügbar unter http://boxesandarrows.com/card-sorting-a-definitive-guide/

Stemler, S. (2001). An overview of content analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation, 7* (17). Zugriff am 21.01.2013. Verfügbar unter http://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=17

Stockman, A. & Sharpe, L. T. (2001). Cone spectral sensitivities and color matching. In K. R. Gegenfurtner & L. T. Sharpe (Hrsg.), *Color vision. From genes to perception* (Repr, S. 53–89). Cambridge: Cambridge University Press.

Strohschneider, S. & Heimann, R. (Hrsg.). (2009). *Kultur und sicheres Handeln*. Frankfurt/M.: Verlag für Polizeiwissenschaft.

Stromer, K., Silvestrini, N. & Fischer, E. P. (2005). *Farbsysteme in Kunst und Wissenschaft* (3. Aufl.). Köln: Dumont.

Taft, C. (1997). *Generality aspects of color naming and color meaning,* University Göteborg. Göteborg.

Tashakkori, A. & Teddlie, C. (2009). *Foundations of mixed methods research. Integrating quantitative and qualitative techniques in the social and behavioral sciences*. London: SAGE.

The Network of European Meteorological Services. (2015). *Meteoalarm - severe weather warnings for Europe.* Zugriff am 19.08.2015. Verfügbar unter http://www.meteoalarm.eu/?lang=ma_MT

Thoma, K., Drees, B. & Leismann, T. (2010). Zukunftstechnologien in der Sicherheitsforschung. In P. Winzer, E. Schnieder & F.-W. Bach (Hrsg.), *Sicherheitsforschung - Chancen und Perspektiven* (S. 13–37). Berlin: Springer.

Thomas, A. (Hrsg.). (2003a). *Psychologie interkulturellen Handelns* (2. unveränderte Aufl.). Göttingen: Hogrefe.

Thomas, A. (2003b). Psychologie interkulturellen Lernens und Handelns. In A. Thomas (Hrsg.), *Kulturvergleichende Psychologie* (2. Aufl., S. 433–485). Göttingen: Hogrefe.

Tjarks-Sobhani, M. (1992). Gestaltung von Warnhinweisen. *tekom Nachrichten* (3), 19.

Tufte, E. R. (1997). *Visual explanations. Images and quantities, evidence and narrative*. Cheshire, CT: Graphics Press.

Turner, J. (2010). *The big red word vs. the little green man. The international war over exit signs*. Zugriff am 24.08.2011. Verfügbar unter http://www.slate.com/id/2246107/

United Nations Economic Commission for Europe. (2015). *GHS implementation.* Zugriff am 17.08.2015. Verfügbar unter http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/implementation_e.html

Van Laar, D. & Deshe, O. (2002). Evaluation of a visual layering methodology for colour coding control room displays. *Applied Ergonomics, 33* (4), 371–377.

Van Laar, D. & Deshe, O. (2007). Color coding of control room displays: The psychocartography of visual layering effects. *Human Factors, 49* (3), 477–490.

Velastin, S. A., Boghossian, B. A. & Vicencio-Silva, M. A. (2006). A motion-based image processing system for detecting potentially dangerous situations in underground railway stations. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 14* (2), 96–113.

Velastin, S. A. & Remagnino, P. (2006). *Intelligent distributed video surveillance systems*. London: Institution of Electrical Engineers.

Voevoda, E. (2012). Colour perception and associative fields in Russian and English. *Scientific Newsletter: Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, 1* (1), 91–98.

Ware, C. (2008). *Visual thinking for design*. Amsterdam: Morgan Kaufmann/Elsevier.

Welsch, N. & Liebmann, C. C. (2012). *Farben. Natur, Technik, Kunst* (3. verb. und erweiterte Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Wertheimer, M. (1985). Was ist, was will Gestalttheorie? (reprint). *Gestalt Theory, 7* (2), 99–120.

Whorf, B. L. & Carroll, J. B. (1956). *Language, thought, and reality. Selected writings of Benjamin Lee Whorf* (M.I.T. paperback series). Cambridge, MA: MIT Press.

Wickens, C. D. (1992). *Engineering psychology and human performance*. New York, NY: Harper Collins Publishers.

Wickens, C. D., Gordon, S. & Liu, Y. (1997). *An introduction to human factors engineering*. New York, NY: Longman.

Wickens, C. D. & Hollands, J. G. (2000). *Engineering psychology and human performance* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Wierzbicka, A. (1990). The meaning of color terms: semantics, culture, and cognition. *Cognitive Linguistics, 1* (1), 99–150.

Wilkins, A. (2003). *Reading through color. How coloured filters can reduce reading difficulty, eye-strain and headaches*. Chichester: Wiley.

Wissinger, B. & Kohl, S. (2005). Genetische Ursachen der Farbenblindheit. *BIOspektrum, 11* (1), 29–33. Zugriff am 19.08.2013. Verfügbar unter http://www.apickert.ch/farbenblindheit.pdf

Witzel, C. (2011). *Colours' appearance in the light of language and experience. On the role of language and experience in colour perception*. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen.

Wogalter, M. S. (Hrsg.). (2006). *Handbook of warnings*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Wogalter, M. S., Allison, S. T. & McKenna, N. A. (1989). Effects of cost and social influence on warning compliance. *Human Factors, 31* (2), 133–140.

Wogalter, M. S., Conzola, V. C. & Smith-Jackson, T. L. (2002). Research-based guidelines for warning design and evaluation. *Applied Ergonomics, 33* (3), 219–230.

Wogalter, M. S., McKenna, N. A. & Allison, S. T. (1988). Warning compliance. Behavioral effects of costs and consensus. *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings, 32* (15), 901–904.

Wyszecki, G. & Stiles, W. S. (2000). *Color science. Concepts and methods, quantitative data, and formulae* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.

Young, S. L. (1991). Increasing the noticeability of warnings: Effects of pictorial, color, signal icon and border. *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings, 35* (9), 580–584.

Zaiontz, C. (2013-2015). *Creating box plots in Excel. Real statistics using Excel.* Zugriff am 20.07.2015. Verfügbar unter http://www.real-statistics.com/descriptive-statistics/box-plots/

Zemach, I., Chang, S. & Teller, D. Y. (2007). Infant color vision: Prediction of infants' spontaneous color preferences. *Vision Research, 47* (10), 1368–1381.

Zimmer, A. C. (1982). What really is turquoise? A note on the evolution of color terms. *Psychological Research, 44* (3), 213–230.

Zink, T. (2012). *Deutsche Signalwörter in Warnungen*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Regensburg, Regensburg.

Danke

Eine Dissertation stellt eine besondere Herausforderung dar, die allein fast nicht zu bewältigen ist. An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Menschen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Dissertation auf ganz unterschiedliche Arten unterstützt, ermutig und immer wieder motiviert haben weiter zu machen.

Danke an Prof. Dr. Dr. Alf Zimmer für die Betreuung. In seiner Rolle als Doktorvater hat er durch kontruktive Kritik und mit immer wertvollen Hinweisen zum Gelingen dieser Dissertation beigetragen. Die Doktorandenkolloquien mit den anderen Doktoranden-Kollegen boten einen angenehmen und offenen Rahmen für Fragen, neue Ideen und zielführende Diskussionen. Auch dafür ein Dankeschön.

Danke an Prof. Dr. Stefan Strohschneider, durch den die Dissertation einen interkulturellen Rahmen bekam. Er und die Mitarbeiter des Fachgebiets Interkulturelle Wirtschaftskommunikation und der Forschungsstelle FinkA der Friedrich-Schiller-Universität Jena boten immer ein offenes Ohr für Fragen und Diskussionen.

Danke an die Versuchsleiter der verschiedenen Ländern, allen voran Dominik Güss, Frauke Golombek, Elena Chueva und Heeson Lim, ohne die die Erfassung der interkulturellen Daten nicht möglich gewesen wäre.

Danke an Prof. Dr. Andreas Pflitsch und seine Studenten, die in den vielen Probedurchgängen zu nächtlicher Tageszeit dabei geholfen haben, dass die angewendeten Methoden ihren Feinschliff bekamen.

Danke an Angela Flügel für die kritischen Beurteilungen der Kodierungen der Freien Assoziation zur Überprüfung der Intercoder-Realiabilität.

Dass die Arbeit lesbar und verständlich geworden ist, verdanke ich meiner Lektorin Dorothea Gruss, die mich mit kritischen Kommentaren und Hinweisen unterstützt hat.

Danke an mein Team für unzähliche Telefonate, Gespräche und Diskussionen, die zum Werden dieser Dissertation beigetragen haben:

Danke an Dr. Gesine Hofinger für Deine Rückführungen auf das Wesentliche, Deine immer wertvollen Ideen und Anregungen, das Aufzeigen der notwendigen Gelassenheit und den Rückhalt durch Dich sowie für Kaffee, Schokolade und Quittenbrot.

Danke an Robert Zinke für Deine Ideen in der Gestaltung und Planung der Durchführung, dem geteilten Hang zur Pendanterie, die Marmelade und das offene Ohr.

Danke an Dr. Mareike Mähler für Deine unnachlässige Unterstützung sowie die gemeinsame Zeit beim Schreiben und Denken, insbesondere in Schönwald. Gemeinsam konnten wir nicht nur etwas über wissenschaftliche Arbeiten, Steinhühner, Feuer machen und den Weg zur Wasserentnahmestelle (far from any road) lernen, sondern auch über uns selbst (SiG!). Danke für all die urteilsfreien Gespräche.

Zuletzt bedanke ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden, die mir immer zur Seite stehen.
Allen voran danke ich meinen Eltern und meinen Brüdern und ihren Familien. Danke dass Ihr immer da seid!

Danke an meine Großmutter Frau Marita Künzer. Danke vor allem für Schönwald!

Danke auch an meine Freundinnen Dr. Karina Lloyd, Margarethe Schricker und Anita Schacht, dass Ihr mich nicht nur durch fachliche Diskussionen, sondern Unterstützung aller Art immer wieder zurückgeholt und auf den richtigen Weg gebracht habt.

Insbesondere möchte ich mich bei Robert Schilling bedanken. Ich danke Dir für all die kleinen und großen Dinge mit denen Du mir bei dieser Dissertation geholfen hast, für Dein logisches Denken, die vielen Ermutigungen, Deine Liebe und nicht zuletzt für Deine Geduld.

Danke!

Love is the warmest color (alt-J, 2014).