

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	4
Zusammenfassung	5
1. Hinführung und Ziele	6
2. Theorie	9
2.1. Überblick über bisherige Literatur	9
2.2. Überlegungen zum Studiendesign	12
3. Hypothesen	17
3.1. Reaktionszeitunterschiede zwischen symbolischen und verbalen Zielangaben	17
3.2. Reaktionszeitunterschiede zwischen deutschen Muttersprachler*innen und Nicht-Muttersprachler*innen	17
4. Methoden	19
4.1. Stichprobe	19
4.2. Ablauf und Materialien	21
4.3. Design.....	24
4.4. Statistische Analyse.....	29
5. Ergebnisse	31
5.1. Deskriptive Analyse der abhängigen Variablen	31
5.2. Überprüfung auf Normalverteilung.....	32
5.3. Deskriptive Analyse der Daten der Nachbefragung.....	33
5.4. Überprüfung der Hypothesen.....	34

6. Diskussion	44
6.1. Vergleich verbaler und symbolisches Zielangaben.....	44
6.2. Vergleich deutscher und nicht-deutscher Muttersprachler*innen.....	50
6.3. Weitere Ergebnisse und Überlegungen.....	51
7. Literaturverzeichnis	56
Anhang	64
Abbildungsverzeichnis	133
Tabellenverzeichnis	135

Danksagung

Zuallererst möchte ich mich sehr herzlich bedanken bei Prof. Dr. Carmen Hagemeister und Dr. Simone Klipp, die mit wichtigen Impulsen, Freude an der Arbeit, Humor und Herzlichkeit meine Bachelorarbeit ermöglicht und betreut haben.

Bedanken möchte ich mich zudem bei der Bundesanstalt für Straßenwesen für ein spannendes und lehrreiches Praktikum im Frühling diesen Jahres und die daraus entstandene gute Zusammenarbeit und Unterstützung bei der vorliegenden Arbeit. Vielen Dank an Bernhard Kollmus, der mich an das Thema der wegweisenden Beschilderung heranführte und mir einen Einblick in und die Mitarbeit an aktueller Forschung zum Thema ermöglichte. Dank gilt gleichermaßen allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Referats V1 „Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung“, allen voran Frau Dr. Kerstin Lemke, die mich während meines Praktikums in den eigenen Reihen willkommen hießen, sowie Frau Ute Marx aus dem Referat Z5 "Externe Forschung, Wissensmanagement", die die Zusammenarbeit während der vorliegenden Studie administrativ koordinierte.

Großer Dank gebührt allen Probandinnen und Probanden, durch deren Mitwirken diese Arbeit erst möglich wurde. Vielen Dank an Dr. Kevin Smith und Jelena Sende sowie an Julia Herdin für die Bereitstellung von Räumlichkeiten an der Technischen Universität Dresden zur Datenerhebung.

Herzlichen Dank an Franziska Naumann, die mich sowohl inhaltlich als auch bei der Proband*innenwerbung tatkräftig unterstützte, sowie all meinen Freund*innen in Dresden und Fürth, die mich von Zeit zu Zeit daran erinnerten, dass es auch ein Leben außerhalb der Bachelorarbeit gibt.

Ich möchte mich bei meiner Familie bedanken: Bei meiner Mutter für ihren uneingeschränkten Glauben an mich und ihre Hilfe bei der Überprüfung auf Korrektheit der Übertragung der Vorbefragungsdaten in SPSS, bei meinem Vater für die Testung des Versuchs in der Pilotphase und die kritischen Anmerkungen beim Korrekturlesen dieser Arbeit sowie bei meinen Großeltern für die schönsten Pausen zwischendurch. Und abschließend selbstverständlich bei meinem Bruder, der zwar auf der anderen Seite der Welt Photonen durch Glasfaserkabel jagt, darüber aber seine kleine Schwester nicht vergessen hat.

Zusammenfassung

Verkehrsschilder gelten als das gängigste Mittel zur Regulation des Straßenverkehrs und der Kommunikation zu den Straßennutzer*innen. Die Fähigkeit eines Fahrers bzw. einer Fahrerin, ein Verkehrsschild zu verstehen, ist deshalb essentiell für die Verkehrssicherheit. Zahlreiche Studien zeigen allerdings, dass mit einem durchschnittlichen Verständnis zwischen 50 und 70% der Verkehrsschilder z.T. große Verständnisschwierigkeiten bei den Fahrer*innen vorliegen.

Die Verwendung von Piktogrammen stellt eine Möglichkeit dar, um vereinfachte, auf das Wesentliche reduzierte standardisierte Informationen zu übermitteln. In Folge der Zunahme des Verkehrsvolumens über die letzten Dekaden haben viele Länder solche symbolischen Schilder eingeführt, um internationale Reisen dort zu erleichtern, wo Sprachdifferenzen Barrieren darstellen könnten. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich deshalb mit der Verbesserung von Beschilderungen im Straßenverkehr für in- und ausländische Fahrer*innen in Bezug auf Verständlichkeit, Korrektheit von Entscheidungen und Reaktionszeiten. Derzeit gibt es eine Fülle an Forschung zu Symbolen auf Warn- und Gebotsschildern, allerdings nicht auf Wegweisern.

Ziel dieser Studie war es, einen Forschungsbeitrag zur Nutzung von Piktogrammen im Straßenverkehr und zur Verkehrssicherheit zu leisten. Dazu wurde in einem Reaktionszeitexperiment zum einen die gerichtete Hypothese untersucht, dass Piktogramme schneller und sicherer erkannt werden als verbale Zielangaben. Diese Hypothese konnte nicht bestätigt werden, stattdessen wurde ein gegenteiliger Effekt gefunden. Zum anderen wurde die gerichtete Hypothese untersucht, dass deutsche Muttersprachler*innen sowohl bei symbolischen als auch bei verbalen Zielangaben insgesamt schnellere Reaktionszeiten und mehr korrekte Antworten zeigen; dies konnte bestätigt werden. Unter Einbezug der Kovariaten Alter, Geschlecht und Fahrerfahrung zeigten sich besonders ein signifikanter Effekt des Alters und des Schildes, das die Versuchspersonen präsentiert bekamen; der zuvor noch gefundene Haupteffekt der Art der Zielangabe (symbolisch/ verbal) war dann nicht mehr signifikant. Mögliche Gründe werden abschließend diskutiert.

1. Hinführung und Ziele

Im Jahr 2015 lebten 82,2 Millionen Menschen in Deutschland (Statistisches Bundesamt, 2015). 90% von ihnen verließen dabei an einem normalen Tag das Haus (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2010) und legten an einem solchen Tag 281 Millionen Wege zurück. 58% dieser Wege legten sie mit dem Auto zurück; es steht damit an erster Stelle der Fortbewegungsmittel im Personenverkehr. Insgesamt entstehen 80,5% der jährlichen Fahrleistung aller Kraftfahrzeuge durch den motorisierten Individualverkehr (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2015). Die Fahrleistung ist dabei definiert als „die Gesamtstrecke, die von Verkehrsmitteln wie Pkw, Lkw oder Eisenbahn im Jahr zurückgelegt wird“ (Umweltbundesamt, 2015). Abbildung 1 zeigt den Anstieg der jährlichen Fahrleistung aller Kraftfahrzeuge von 630,4 Mrd. Kilometer im Jahr 1996 auf 725,7 Mrd. Kilometer im Jahr 2013, was einer Zunahme in diesem Zeitraum von rund 15% entspricht. Die gewichtige Rolle des motorisierten Individualverkehrs auf deutschen Straßen darf also nicht unterschätzt werden. Seit 2010 steigt die Zahl der verunfallten Personen im Straßenverkehr; zudem stieg 2014 im Vergleich zu 2013 erstmals seit über 20 Jahren die Zahl der getöteten Verkehrsteilnehmer*innen wieder leicht an (Bundesanstalt für Straßenwesen, 2015).

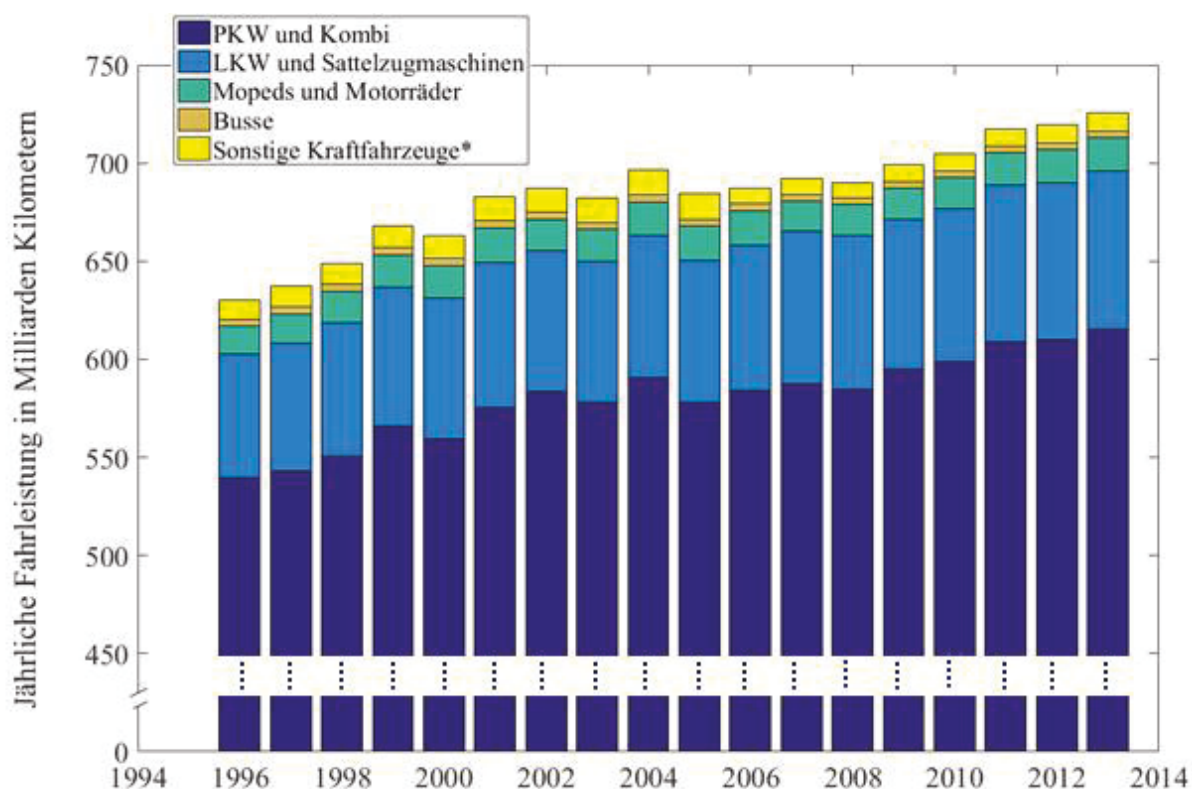


Abb. 1: Zunahme der Gesamtfahrleistung nach Kraftfahrzeugarten von 1996 bis 2013. *Sonderkraftfahrzeuge nicht zur Lastenbeförderung sowie gewöhnliche Zugmaschinen. Quellen: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015), Umweltbundesamt (2015).

Verkehrssicherheit hängt von der integrierten und komplexen Beziehung zwischen verschiedenen Komponenten wie der Psychologie des Fahrers oder der Fahrerin, Verkehr, Kraftfahrzeug, Umwelt und Infrastruktur (Costa et al., 2014). Schlag (2015) stellt unter Berufung auf eine Studie von Treat et al. (1977) die Anteile von Unfallursachen und Interaktionen zwischen verschiedenen Faktoren heraus. Demnach liegen 95,4% der Unfallursachen beim Menschen, 14,8% beim Fahrzeug und 44,2% in der Umwelt. 34,8% der Unfälle entstehen dabei in der Interaktion zwischen Mensch und Umwelt. Diese Unfallzahl gilt es weiter zu reduzieren, um den Verkehr in Zukunft noch sicherer zu machen. Eine gewichtige Rolle bei der Interaktion von Fahrer*in und Straßeninfrastruktur spielen hierbei Verkehrsschilder (Costa et al., 2014), wozu auch die wegweisende Beschilderung gehört. Diese sollte nach den „Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen, RWB-A 2000“ (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2000a) „begreifbar und leicht verständlich [...], eindeutig [...], ausreichend erkennbar und lesbar sein [...]“. Somit sollen mittels der wegweisenden Beschilderung die Interpretation der Verkehrssituation für den Menschen erleichtert und kritische Stellen angekündigt werden. Zahlreiche Studien zeigen allerdings, dass im Straßenverkehr immer wieder z.T. große Verständnisschwierigkeiten bei Schildern auftreten (Al-Madani & Al-Jahani, 2002; Kirmizioglu & Tuydes-Yaman, 2012; Makinde & Opeyemi, 2012). Viganò und Rovida (2014) kritisieren besonders die Länge und Komplexität der derzeit im Straßenverkehr verwendeten Schild-Beschriftungen. Zudem bemängeln sie, dass die Schilder hauptsächlich Text enthalten, der in der jeweiligen Landessprache geschrieben ist. Dies erhöht die Lesezeiten und vermindert das Verständnis des Inhaltes, gerade bei Fahrer*innen aus dem Ausland, die mit der Landessprache nicht vertraut sind.

Menschen aus dem Ausland machen laut dem ADAC (2010) 5,2% der weiter oben bereits angesprochenen Fahrleistung (in Mrd. Fahrzeugkilometern) auf deutschen Bundesautobahnen aus und erreichen dabei einen Anteil von 11,3% der Fahrzeuge. Während 2002 noch etwa 122 Mio. Ein- und Durchfahrten ausländischer Pkw in die Bundesrepublik zu verzeichnen waren, ist der durch ausländische Pkw verursachte Verkehr auf deutschen Autobahnen bis zum Jahr 2010 um 40% angestiegen (Schulz, Joisten & Geis, 2016). Dies ist zum einen durch einen mit 21% nicht zu vernachlässigenden Anteil an Berufspendler*innen (Schulz et al., 2016) sowie durch den angestiegenen Güterverkehr (Bundesamt für Güterverkehr, 2013) zu erklären, zum anderen aber auch durch einen Anstieg des Tourismus aufgrund von Grenzabkommen wie beispielsweise der Umsetzung des Schengener Durchführungsübereinkommens im Jahr 1995 (Auswärtiges Amt, 2016) und die Globalisierung (Viganò & Rovida, 2014). Während davon auszugehen ist, dass ausländische Berufspendler*innen geringere Probleme mit der jeweiligen

Landessprache haben sollten, da sie routiniert immer wieder ähnliche Strecken abfahren und deshalb mit den örtlichen Straßenführungen und Beschilderungen vertraut sein sollten, kann dies nicht oder nur eingeschränkt auf Urlaubsfahrten (6%) und Privatfahrten (47% der Ein- und Durchfahrten ausländischer Pkw) übertragen werden (Schulz et al., 2016).

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Verbesserung von Beschilderungen im Straßenverkehr für in- und ausländische Fahrer*innen in Bezug auf Verständlichkeit, Korrektheit von Entscheidungen beim Befolgen von Beschilderung im Straßenverkehr und Reaktionszeiten, um langfristig das Ziel der Reduktion der Unfallzahlen zu erreichen. Dazu werden zuerst einige theoretische Vorüberlegungen vorgestellt, bevor anschließend auf methodische und statistische Aspekte des durchzuführenden Experiments eingegangen wird und die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden.

2. Theorie

Verkehrsschilder sind das wohl gängigste Mittel zur Regulation und Kontrolle des Straßenverkehrs; sie übermitteln Nachrichten in Wort und Schrift und regulieren, warnen oder führen die Straßennutzer*innen (Al-Madani & Al-Jahani, 2002; Costa et al., 2014; Makinde & Opeyemi, 2012) und dienen so im Allgemeinen der Kommunikation zu den Nutzer*innen einer Straße (Ou & Liu, 2012; Viganò & Rovida, 2014). Sie werden für die Fahrer*innen entworfen, zu ihrer Hilfe platziert (Shinar & Vogelzang, 2013) und geben Anhaltspunkte, Richtlinien und Warnungen vor. Straßenschilder dienen der Antizipation möglicher Gefahren, sollen auf nachfolgendes Verhalten vorbereiten und stellen potentielle Konflikte bei der Vorfahrtsregelung und auf Kreuzungen eindeutig dar (Costa et al., 2014; Crundall & Underwood, 2001). Sie werden hauptsächlich zur Vermittlung wichtiger Informationen in kurzer Zeit und damit zur Erhöhung der Verkehrssicherheit eingesetzt (Kirmiziloglu & Tuydes-Yaman, 2012). Das Wiener Übereinkommen über Straßenverkehrszeichen (United Nations Economic and Social Council, 1968) legt standardisierte Regeln für die Schildform, Rand- und Hintergrundfarbe, Größe und Symbole fest. Artikel 2 des Übereinkommens teilt Straßenverkehrsschilder in sieben Kategorien (siehe hierzu auch Costa et al., 2014) ein: a) Schilder zur Warnung vor Gefahren, b) Vorfahrtsschilder, c) Verbotsschilder, d) Gebotsschilder, e) Informationsschilder, f) Richtungszeichen und g) Zusatztafeln. Nach Bazire und Tijus (2009) ist all diesen Schildtypen gemein, dass sie die Transkription eines legal relevanten Inhaltes darstellen, der angezeigt wird und im Kontext interpretiert werden muss.

2.1. Überblick über bisherige Literatur

Die Fähigkeit eines Fahrers bzw. einer Fahrerin, ein Verkehrsschild zu verstehen, ist essentiell für die Verkehrssicherheit (Ben-Bassat & Shinar, 2015); Schilder haben wenig Nutzen, wenn sie von den Fahrer*innen nicht verstanden werden (Al-Madani & Al-Jahani, 2002). Zahlreiche Studien zeigen allerdings, dass dies im Straßenverkehr durchaus der Fall ist und immer wieder z.T. große Verständnisschwierigkeiten bei Schildern auftreten. Bereits seit den 1960er Jahren berichtet eine Vielzahl von Forscher*innen immer wieder davon, dass das Straßenverkehrsschildsystem seine intendierte und angenommene Funktion nicht zufriedenstellend erfüllt (Johansson & Rumar, 1966; Summala & Hietamäki, 1984; Wolff & Wogalter, 1998). Eine frühe Studie von Johansson und Rumar (1966) zeigte, dass Fahrer*innen selbst unter optimalen Bedingungen auf einer kurzen Fahrtstrecke (105 Meilen, umgerechnet etwa 168 km) nicht jedes Verkehrsschild wahrnahmen. Eine Studie von Makinde und Opeyemi (2012) ermittelte im

Durchschnitt ein Verständnis von Warn- und Verbotsschildern von 67 bzw. 58%; zu ähnlichen Ergebnissen kamen Al-Madani und Al-Jahani (2002) mit einem durchschnittlichen Verständnis von 56% der Verkehrsschilder. Eine weitere Studie von (Kirmiziloglu & Tuydes-Yaman, 2012) mit 1478 Fahrer*innen in Ankara in der Türkei stellte fest, dass aus 39 Schildern nur zwölf von 70% oder mehr der Teilnehmenden richtig erkannt wurden. Fünf Schilder wurden von mehr als 10% der Fahrer*innen in einer Weise gedeutet, die gegensätzlich zur ursprünglich intendierten war. Zu ähnlichen Schlüssen kamen auch Shinar & Vogelzang (2013).

Es gibt verschiedene Faktoren, die beim Verständnis von Verkehrsschildern eine wichtige Rolle spielen. So fanden Al-Madani und Al-Jahani (2002) heraus, dass Alter, Geschlecht, Bildung und Einkommen einen bedeutenden Einfluss hatten auf das Verständnis von Schildern, während der Familienstand keinen signifikanten Effekt zeigte. Den Befunden der Autoren zufolge verstanden junge, weibliche, weniger gebildete und ärmere Fahrer*innen Verkehrsschilder signifikant schlechter als ältere, männliche, gebildetere und reichere Fahrer*innen. Zudem schnitten Fahrer*innen aus Europa und den USA besser ab als asiatische und arabische Fahrer*innen, was zumindest teilweise durch ein höheres Bildungsniveau und eine bessere Fahrausbildung in westlichen Ländern erklärbar sein könnte. Der Einfluss von Bildung konnte in weiteren Studien bestätigt werden, ein Effekt des Geschlechts allerdings nicht (Makinde & Opeyemi, 2012; Ng & Chan, 2007). Eine Studie aus dem Jahr 2007 (Ng & Chan) konnte auch den von Al-Madani und Al-Jahani (2002) gefundenen Einfluss der Altersgruppe nicht bestätigen. Des Weiteren fand sie keinen Effekt der Anzahl der Jahre aktiven Fahrens, der Fahrhäufigkeit sowie der Einfachheit und Bedeutsamkeit eines Schildes. Wichtige Faktoren für das Verständnis von Verkehrsschildern hingegen waren eine gute Fahrausbildung (Akple & Biscoff, 2012) sowie die Anzahl der Jahre im Besitz einer Fahrerlaubnis und die Vertrautheit mit einem Schild (Ng & Chan, 2007). Aufgrund der teils widersprüchlichen Aussagen in früheren Untersuchungen werden deshalb in der vorliegenden Studie Alter und Geschlecht sowie die Fahrerfahrung als Kovariaten bei der Untersuchung der Geschwindigkeit und Genauigkeit der Wahrnehmung von wegweisender Beschilderung in symbolischer und textueller Form aufgenommen.


Zwei weitere, bedeutende Faktoren für das Verständnis eines Schildes sind Kultur und Sprache (Bazire & Tijus, 2009). Straßennutzer*innen mit verschiedenen kulturellen Hintergründen und Sprachen können durch Verkehrsschilder verwirrt werden oder sie missverstehen (Ou & Liu, 2012; Viganò & Rovida, 2014). Deshalb und in Folge der Zunahme des Verkehrsvolumens über die letzten Dekaden haben viele Länder symbolische, vereinfachte und standardisierte Schilder eingeführt, um internationale Reisen dort zu erleichtern, wo Sprachdifferenzen

Barrieren darstellen könnten, und die Verkehrssicherheit zu erhöhen (Makinde & Opeyemi, 2012).

Symbole oder Piktogramme definiert der Duden (Wermke, Kunzel-Razum & Scholze-Stubenrecht, 2004) als „grafische[s] Symbol[e] [mit international festgelegter Bed.] (z.B. Wegweiser in Flughäfen, Bahnhöfen o.Ä.)“. Sie müssen gemäß dem American National Standard Institute (2011) ein Kriterium von 85% bzw. nach der Organization for International Standardization (wie zitiert in Al-Madani & Al-Jahani, 2002) ein Kriterium von 67% in einem Verständnistest erreichen, damit sie als akzeptabel für den Straßenverkehr eingeschätzt werden. Bazire und Tijus (2009) nennen als Vorteile von solchen Symbolen gegenüber verbaler Information beispielsweise ihre leichtere und schnellere Identifizierbarkeit aus der Distanz sowie die parallele statt sequentielle Verarbeitung von Piktogrammen und Wörtern im Gehirn in zwei getrennten Kanälen. Gemäß dem integrierten Modell des Text- und Bildverstehens von Schnotz (2005) erreichen textliche Reize das auditorische Register und werden von dort durch den auditiven Kanal in das Arbeitsgedächtnis weitergeleitet. Dort, im sog. „verbalen Kanal“, werden unter Einwirken des auditiven Arbeitsgedächtnisses propositionale Repräsentationen gebildet, die mit kognitiven Schemata im Langzeitgedächtnis abgeglichen werden. Bildliche Reize hingegen gelangen vom visuellen Register über den visuellen Kanal zum visuellen Arbeitsgedächtnis und werden anschließend über den bildhaften Kanal in mentale Modelle umgewandelt. Diese werden, ebenfalls wie die propositionalen Repräsentationen, mit den kognitiven Schemata des Langzeitgedächtnisses abgeglichen. Dies ermöglicht die parallele Verarbeitung von Bildern und Texten, womit eine bessere Erinnerung sowie eine schnellere Kategorisierung der Piktogramme einhergehen (Bazire & Tijus, 2009). Crundall und Underwood (2001) sehen einen weiteren Vorteil – in ihrem Falle spezifisch bezogen auf symbolische Warnschilder – darin, dass nur die Information bereitgestellt wird, die die Fahrer*innen wirklich benötigen, ohne weitere Distraktoren. Testin und Dewar (1981) fanden zudem in einem Feldexperiment heraus, dass nicht-verbale Schilder im Vergleich zu verbalen Schildern aus einer größeren Entfernung lesbar waren und kleinere Reaktionszeiten hervorriefen.

Forschung zu Piktogrammen findet sich in allen Bereichen des alltäglichen Lebens (Bazire & Tijus, 2009), beispielsweise in der Medizin (Hashim, Alkaabi & Bharwani, 2014; Kheir et al., 2014) oder der Konsumentensicherheit (Davies, Haines, Norris & Wilson, 1998). Auch im verkehrspsychologischen Bereich gibt es eine Vielzahl an Untersuchungen zum Verständnis von Symbolen auf Verkehrsschildern. Allerdings gibt es derzeit nur wenig Forschung zur Wirkung von Piktogrammen auf Wegweisern (Metz & Krüger, 2014), stattdessen liegt der Forschungsfokus eher auf Warnschildern (z.B. Crundall & Underwood, 2001; McDougald &

Wogalter, 2014; Summala & Hietamäki, 1984). Jedoch konnte eine Studie des ADAC (2013) zum sog. „Schilderwald“ in Deutschland feststellen, dass etwa ein Drittel der 1008 Befragten zwischen 18 und 33 Jahren sich oder andere Autofahrer*innen aufgrund von Mängeln in der Wegweisung bereits einmal gefährdet hatte. Etwa zwei Drittel beanstandeten eine inkonsequente Beschilderung bis zum Ziel bzw. ein Fehlen an relevanten Orten, gleichwohl bemängelte ein Drittel aber auch einen Überfluss von Wegweisern im Straßenverkehr. Ein mit rund 28% etwas geringerer Anteil kritisierte Widersprüche in den dargebotenen Informationen auf den Schildern. Die Sicherheitsrelevanz und der Bedarf an Forschung zu wegweisender Beschilderung im Straßenverkehr und insbesondere zu Unterschieden zwischen Piktogrammen und verbalen Zielangaben auf Wegweisern sind folglich nicht zu unterschätzen und stellen deshalb einen entscheidenden Anstoß zur vorliegenden Arbeit dar.

Basierend auf den Ergebnissen von Viganò und Rovida (2014) ist das Hinzufügen einer Beschriftung zu einem symbolischen Verkehrsschild nicht empfehlenswert, da es das Verständnis des Schildes verringern kann. Analysen von Wang, Hesar & Collyer (2007) zeigten in einer Untersuchung dynamischer, englischsprachiger Informationsschilder ebenfalls eine starke Präferenz von mit Piktogrammen versehenen gegenüber verbalen Inhalten sowie verbesserte Reaktionen von Menschen, deren Muttersprache nicht Englisch war. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Färber und Färber (2015). Sie fanden in Laborversuchen heraus, dass Piktogramme allein schneller gefunden wurden als Piktogramme, die um eine verbale Zielangabe ergänzt worden waren (z.B. „ Flughafen“), wenn die verbale Zielangabe nicht zwingend notwendig war, weshalb eine solche redundante Kodierung in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt wurde und lediglich Unterschiede zwischen Schildern mit Symbolen und mit verbalen Zielangaben untersucht wurden.

2.2. Überlegungen zum Studiendesign

Metz und Krüger (2014) schlagen verschiedene Ansätze zur Untersuchung der Wahrnehmung bei Verkehrsschildern vor. Ein möglicher Ansatz ist die Blickbewegungsmessung als Indikator für die Fixation eines bestimmten Punktes auf einem Schild. Allerdings indiziert diese Fixation nur, dass ein Blick auf eine bestimmte Stelle gerichtet wurde, nicht aber, ob diese Stelle auch bewusst wahrgenommen wurde; zudem wird die Bedeutung des peripheren Sehens für die Wahrnehmung nicht berücksichtigt. Weitere Möglichkeiten sind der Gedächtnisabruf in Form von Erinnerungs- oder Wiedererkennungstests oder eine Messung von Adaptationen des Fahrverhaltens wie beispielsweise eine Änderung der Geschwindigkeit. Zudem ist die Nutzung von

Ansätzen aus der Grundlagenforschung der Psychologie möglich, beispielsweise eine Messung von Reaktionszeiten (Metz & Krüger, 2014). So konnte eine Untersuchung von Crundall und Underwood (2001) eine schnellere Antwort auf gefährliche Fahrsituationen für Expert*innen, nicht aber für Fahranfänger*innen zeigen. Die Messung von Reaktionszeiten in einem hoch kontrolliertem Setting zeigte in diesem Experiment nuancierte Unterschiede verschiedener Verkehrsschilder (Metz & Krüger, 2014). Da zu den Anforderungen beim Autofahren nicht nur das Verständnis eines Schildes gehört, sondern auch die Tatsache, dass dies schnell und möglichst korrekt während der Fahrt geschieht, sollte in der vorliegenden Studie anhand der Reaktionszeit ermittelt werden, innerhalb welcher Zeit Fahrer*innen Schilder entdecken, korrekt dekodieren und auf sie reagieren können (Ben-Bassat & Shinar, 2015).

Zur Vermeidung von Störeinflüssen sollten die Reaktionszeiten der Proband*innen in der vorliegenden Studie wie bei Crundall und Underwood (2001) in einer kontrollierten Laborumgebung untersucht werden; allerdings sollte zusätzlich auch die Korrektheit der Antworten erfasst werden. Dies ist beispielsweise mittels Auswertung von Fragebogendaten möglich. In einem Pilotversuch zum vorliegenden Experiment beantworteten die Proband*innen die Frage nach der Richtung, in die sie fahren würden, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen, auf einem Fragebogen ohne gleichzeitige Messung der Reaktionszeit; hier zeigte sich allerdings, dass viele Versuchspersonen ihre spontane Reaktion unterdrückten und stattdessen lange überlegten, was richtig sein könnte und dies dann ankreuzten. Da aber die Korrektheit von Reaktionen unter Zeitdruck den entscheidenden Aspekt für die Frage der Verkehrssicherheit darstellt, sollte im vorliegenden Versuch die Reaktionszeit mit dem Druck einer Taste für die vermutete Richtung kombiniert werden. Es wäre für das aktuelle Experiment auch möglich gewesen, die Proband*innen immer dann eine Taste drücken zu lassen, wenn sie die Richtung zum Ziel erkannt hatten, und anschließend auf einem Fragebogen angeben zu lassen, welche das war; allerdings hätte dies zum einen die Nachteile eines Multiple-Choice-Fragebogenformats wie z.B. eine direkte Führung und Beeinflussung der Schilderkennungsfähigkeit der Versuchsperson (Ou & Liu, 2012) nach sich gezogen und zum anderen hätte nur das Erkennen, nicht aber die Umsetzung auf Handlungsebene erfasst werden können.

Zur Umsetzung der gewählten methodischen Vorgehensweise wurde im Versuch für jede auf einem Verkehrsschild gezeigte mögliche Richtung sowie für die Option „weiß nicht“ eine Taste programmiert, die die Reaktionszeit aufzeichnete, so dass die Proband*innen mit einem einzigen Tastendruck angeben konnten, die ihrer Meinung nach korrekte Richtung identifiziert zu haben und diese auch sofort angeben konnten. Wie im realen Straßenverkehr auch

sollten die präsentierten Schilder nicht unbegrenzt lange sichtbar sein, sondern nach einer bestimmten Zeit – wie beim Vorbeifahren – wieder verschwinden. Dies bildet die reale Situation nach, in der nach einer begrenzten Zeit zur Erkennung und Dekodierung des wegweisenden Verkehrsschildes eine Handlungsentscheidung in Form der Wahl einer Fahrtrichtung stattfinden muss. Zur Bestimmung der Präsentationszeit der einzelnen Stimuli sowie des Designs der zu entwerfenden Verkehrsschilder wurden zwei Forschungsberichte der Bundesanstalt für Straßenwesen zu Rate gezogen, die sich mit der Aufnahme ebenso wie mit der Weiterverarbeitung von Informationen auf Vorweg- und Wegweisern und den Implikationen für die Gestaltung derselben beschäftigen (Färber & Färber, 2015; Färber, Siegener & Süther, 2007). Im ersten der beiden Forschungsberichte konnte die Forschungsgruppe je nach Straßenkategorie und Geschwindigkeit bei hohen Verkehrsstärken verschiedene Nettolesezeiten ermitteln (Färber et al., 2007). Die Nettolesezeit ist dabei definiert als die „freie zeitliche Kapazität [...] [, die] dem Fahrer im Straßenverkehr neben seiner Fahraufgabe zum Lesen von Wegweisern zur Verfügung steht.“ Für Autobahnschilder wurden längere Nettolesezeiten als für Schilder im Sekundärnetz (Landstraßen, innerorts) festgestellt. Zudem untersuchten die Forscher, welche Auswirkungen die Zielanzahl und die Art der Schilder auf die Nettolesezeit haben. Es zeigte sich eine längere Nettolesezeit für über Kopf angebrachte Schilder als für seitlich aufgestellte Schilder.

Nach den „Richtlinien für die wegweisende Beschilderung außerhalb von Autobahnen, RWB 2000“ (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2000b) sind im Sekundärnetz auf Wegweisern bis zu zehn Ziele in maximal zehn Zeilen erlaubt, wobei in einer Fahrtrichtung die Zahl von vier Zielen bzw. vier Zeilen nicht überschritten werden darf. Im Sekundärnetz können nach dem Forschungsbericht „Aufnahme von Wegweisungsinformationen im Straßenverkehr – AWewiS I“ (Färber et al., 2007) hingegen maximal sieben Ziele wahrgenommen werden, wobei bei Schildern, die drei Richtungen angeben, maximal vier Ziele in eine Richtung weisen sollen, bei Schildern mit zwei Richtungen sind es bis zu fünf Ziele in einer Richtung. Laut den „Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen, RWBA 2000“ (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2000a) dürfen Schilder, die an Autobahndreiecken und –kreuzen angebracht sind, maximal sieben Zielangaben enthalten, von denen maximal drei geradeaus und vier in Ausfahrtrichtung zeigen. Färber et al. (2007) fanden ebenfalls heraus, dass über Kopf bei einteiliger Beschilderung auf Autobahnen bis zu sieben Ziele noch wahrnehmbar sind, allerdings zeigten davon maximal drei geradeaus und maximal fünf in Ausfahrtrichtung. Bei mehrteiligen, über Kopf angebrachten Schildern wurde diesem Befund noch die Ausnahme hinzugefügt, dass maximal bis zu acht

Ziele präsentiert werden können, wenn davon vier geradeaus und in jeder Ausfahrtrichtung jeweils zwei angezeigt werden. Färber et al. (2007) untersuchten auch die Verwendung von farblichen Einsätzen in der wegweisenden Beschilderung und fanden heraus, dass der Gebrauch von zwei oder mehr Farben in einer Richtung mit Problemen behaftet ist.

Wird in den RWB 2000 (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2000b) noch davon ausgegangen, dass zwei Piktogramme wie eine verbale Zielangabe zu werten sind, so fanden Färber et al. (2007) heraus, dass zwei grafische Symbole größere Anteile der Verarbeitungskapazität binden als ein verbal dargestelltes Ziel. Nach RWB 2000 (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2000b) sind insgesamt vier Piktogramme pro Schild erlaubt. Im Rahmen des Forschungsberichtes „Aufnahme von Wegweisungsinformationen im Straßenverkehr – AWewiS – Teil II: Wirkung von grafischen Symbolen oder Piktogrammen“ erweiterten Färber und Färber (2015) die in AWewiS I (Färber et al., 2007) gefundene Grenze von sieben Zielen pro Schild unter der Voraussetzung der Erfüllung einiger Bedingungen. Dazu gehört die Darbietung von Piktogrammen auf weißem Hintergrund, sofern mehrere Symbole in die gleiche Richtung weisen. In Kombination mit einer farbigen Markierung sind dann bei sechs bis acht verbalen Zielangaben bis zu acht Piktogramme und somit eine Erweiterung auf insgesamt bis zu 14 Zielangaben möglich. Die Ergebnisse sind zusammenfassend in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1:

Nettolesezeiten und Zielanzahl je Schilderart nach Färber et al. (2007)

	Autobahn, über Kopf (einteilig)	Autobahn, über Kopf (mehrteilig)	Auto- bahn, seitlich	Landstraße/ inner- orts, seitlich
Nettolesezeit	5,4s	5,4s	4,2s	3,0s
Zielanzahl, davon	max. 7	max. 8	max. 6	max. 7
... in Geradeausrichtung	max. 3	4	max. 3	- Bei 3 Richtungen: 4 Ziele pro Richtung - Bei 2 Richtungen: max. 5 Ziele pro Richtung
... in Ausfahrtrichtung	max. 5	jeweils 2 (pro Ausfahrtrichtung)	max. 4	

Anmerkungen. Bei sechs bis acht verbalen Zielangaben in Kombination mit farbiger Markierung sind bis zu acht Piktogramme zusätzlich möglich.

Für den im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführten Versuch wurden 32 Schilder verwendet. Diese Zahl fügt sich gut ein in die bisherige Forschung zu Straßenverkehrsschildern mit einem Rahmen von 16 (Testin & Dewar, 1981) über 28 (Al-Madani & Al-Jahani, 2002), 31 (Ben-Bassat & Shinar, 2006) oder 32 (Wolff & Wogalter, 1998) bis hin zu 39 Schildern (Kirmizoglu & Tuydes-Yaman, 2012). Die genaue Zusammenstellung der Schilder für den Versuch ist in Kapitel 4 näher erklärt. In Anlehnung an Ben-Bassat und Shinar (2015) sollten die Daten von 100 Versuchspersonen erhoben werden.

Da im Versuch – im Gegensatz zu den Experimenten von Färber et al. (2007) und Färber und Färber (2015) – aufgrund beschränkter Mittel keine Ablenkungsaufgabe im Fahrsimulator realisiert werden konnte, wurde die Präsentationsdauer eines jeden einzelnen Schildes entsprechend den Ergebnissen einer Untersuchung von Kettwich (2015) bezüglich der Blickzuwendungszeiten zu Verkehrsschildern angepasst. Dort stellte sich heraus, dass die Blickzuwendungszeiten aller Proband*innen zu einem Schild unter 2,6 Sekunden lagen. Die Zeit einer Blickzuwendung bei Tag betrug 0,84 Sekunden, wobei die Zahl der Blickzuwendungen zu einem Verkehrsschild nach Kettwich (2015) dabei zwischen eins und drei lag. Entsprechend wurden die Blickzuwendungszeiten für das Experiment im Sekundärnetz auf 1,68 Sekunden, also zwei Blicke, und auf 2,52 Sekunden bzw. drei Blicke auf Autobahnen festgesetzt. Dies entspricht in etwa auch den halbierten Präsentationszeiten, die von Färber et al. (2007) vorgeschlagen wurden, welche aufgrund der fehlenden Ablenkungsaufgabe im vorliegenden Versuch gerechtfertigt sind. Zudem wurde im Versuch eine Ablenkungsaufgabe auch deshalb nicht realisiert, weil Testin und Dewar (1981) in einer Untersuchung herausfanden, dass die Validität des Reaktionszeitindex der Wahrnehmung von Verkehrsschildern durch eine Zweitaufgabe nicht erhöht wird, sondern unter Umständen sogar abnehmen kann.

Da ein Laborsetting zwangsläufig Einbußen der externen Validität mit sich bringt (z.B. List & Levitt, 2005), sollten die verwendeten Schilder mit einem einer realen Situation entnommenen Hintergrund präsentiert werden. Dies sollte zum einen die externe Validität erhöhen; zum anderen fand eine Studie von Wolff und Wogalter (1998) heraus, dass Kontext aufgrund ökologisch valider Cues beim Symbolverständnis hilft. Auch Ben-Bassat & Shinar (2015) gingen von einer Erhöhung des Verständnisses von Schildern durch den Kontext aus. Insgesamt sollte also der Einfluss des Hintergrundes sowie der Sprache auf das Verständnis von Schildern mit Alter, Geschlecht und Fahrerfahrung als Kovariaten untersucht werden.

3. Hypothesen

Aus den in Kapitel 2 diskutierten theoretischen Vorüberlegungen wird nachfolgend zum einen eine Hypothese abgeleitet bezüglich der Unterschiede in den Reaktionszeiten zwischen verbaler und symbolischer Präsentation einer Zielangabe sowie zum anderen bezüglich der Unterschiede in den Reaktionszeiten zwischen deutschen Muttersprachler*innen und Menschen, deren Muttersprache nicht Deutsch ist.

3.1. Reaktionszeitunterschiede zwischen symbolischen und verbalen Zielangaben

Aufgrund der parallelen Verarbeitung von Bildern und Texten sollte es im Straßenverkehr hilfreich sein, wenn die wegweisende Beschilderung nicht nur verbale Zielangaben enthält, sondern auch Piktogramme für sog. „Points of Interest“ verwendet würden. Dies würde dazu führen, dass die Namen von Städten und Ortschaften verbal, Richtungsangaben für Bahnhöfe, Flughäfen und dergleichen allerdings symbolisch dargeboten würden und die parallele Verarbeitung somit angeregt wäre, was wiederum eine Reduktion des kognitiven Loads und damit schnellere und korrektere Reaktionszeiten bei dieser Art der Zielkombination hervorrufen sollte. Entsprechend wurde die Hypothese H_1 wie folgend formuliert:

H_1 : Piktogramme werden schneller erkannt als verbale Zielangaben und führen zu mehr richtigen Antworten.

3.2. Reaktionszeitunterschiede zwischen deutschen Muttersprachler*innen und Nicht-Muttersprachler*innen

Kultur und Sprache spielen eine wichtige Rolle bei der Untersuchung menschlichen Denkens und Verhaltens (Auer & Dick, 2007). Gleiches gilt auch für das Erkennen und Erinnern von Verkehrsschildern (Ou & Liu, 2012). Text auf Straßenschildern erhöht die Lesezeiten und vermindert das Verständnis des Inhaltes, gerade bei Fahrer*innen aus dem Ausland, die mit der Landessprache nicht vertraut sind (Viganò & Rovida, 2014). Die Verwendung von Piktogrammen, die Informationen im Vergleich zu Worten vereinfacht übermitteln, könnte in der Folge die Verkehrssicherheit erhöhen. Es ist zu erwarten, dass von solchen symbolischen Zielangaben nicht nur einheimische Fahrer*innen profitieren, sondern besonders auch Menschen, deren Muttersprache nicht die Landessprache ist, da im Vergleich zu Wörtern bei Piktogrammen kürzere Lesezeiten anfallen. Entsprechend wurden die Hypothesen H_{2A} und H_{2B} folgendermaßen formuliert:

*H_{2A}: Deutsche Muttersprachler*innen zeigen sowohl bei symbolischen als auch bei verbalen Zielangaben schnellere Reaktionszeiten und mehr korrekte Antworten als Menschen, deren Muttersprache nicht Deutsch ist.*

*H_{2B}: Menschen, deren Muttersprache nicht Deutsch ist, profitieren mehr von Piktogrammen als deutsche Muttersprachler*innen. Die Differenz in den Reaktionszeiten zwischen verbalen und symbolischen Zielangaben sollte folglich bei Nicht-Muttersprachler*innen größer sein als bei deutschen Muttersprachler*innen.*

4. Methoden

Nachfolgend wird zunächst auf die Akquise der Proband*innen und mögliche Ausschlusskriterien eingegangen, bevor der Ablauf des Versuchs und die benötigten Materialien vorgestellt werden. Anschließend wird auf das Versuchsdesign mit seinen unabhängigen und abhängigen Variablen eingegangen. Das Kapitel schließt mit der Vorstellung der statistischen Verfahren, die zur Datenanalyse gerechnet werden sollten.

4.1. Stichprobe

Zur Rekrutierung von Versuchspersonen aller Altersgruppen wurde auf dem Campus der Technischen Universität Dresden, beispielsweise in den Mensen und Bibliotheken, Werbung ausgehängt. Zudem wurde im sozialen Netzwerk Facebook in den Gruppen „Psychologie - Erstsemester WS 14 / 15 | TU Dresden“ sowie „Psychologie - Erstsemester WS 15 / 16 | TU Dresden“ ein Beitrag veröffentlicht, der die vorliegende Studie bewarb. Da diese Werbung auf dem Campus und in universitäts-bezogenen sozialen Netzwerken besonders Studierende als Publikum hatte, die laut Statistischem Bundesamt (2008) bei Studienbeginn durchschnittlich 21,6 Jahre und beim Abschluss 27,6 Jahre alt sind, wurde zudem zeitgleich auf der Plattform eBay Kleinanzeigen in der Kategorie „Jobs“ unter „Mini- & Nebenjobs“ ein Text veröffentlicht, der besonders über 35-Jährige zur Teilnahme aufrief. Bis zum Ablauf des Testungszeitraums erreichte dieser Text 408 Personen. Insgesamt nahmen 101 Versuchspersonen am Experiment teil.

Um mögliche Störvariablen zu kontrollieren, wurde eine Reihe von Ausschlusskriterien festgelegt. Zu diesen gehörte, dass die Daten von Proband*innen, deren Fehlerquote bei mehr als 50% und damit über der Zufallswahrscheinlichkeit lag, aus der Analyse ausgeschlossen wurden. Dies traf auf eine Versuchsperson zu. In Annäherung an Ergebnisse von Cristea & Delhomme (2015), die eine Lese- und Verständniszeit von ungefähr vier Sekunden bei verschiedenen Verkehrsschildern fanden, wurden außerdem alle Versuchsteilnehmer*innen ausgeschlossen, deren Reaktionszeiten diesen Wert überschritten ($N = 3$). Gemäß dem gesetzlich festgelegten Mindestalter zum legalen Führen eines Personenkraftwagens ohne Begleitung in Deutschland mussten die Versuchspersonen mindestens 18 Jahre alt sein; diese Voraussetzung erfüllten alle Proband*innen. Ein Höchstalter wurde nicht festgelegt, da es im deutschen Verkehrsrecht keine Altersbegrenzung nach oben gibt und demzufolge auch die Reaktionszeiten älterer Menschen untersucht werden sollten, die einen immer größeren Anteil an Fahrer*innen im Straßenverkehr ausmachen (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2010). Es wurden Proband*innen ausgeschlossen, bei denen aufgrund von Schlafmangel von

einer Beeinträchtigung von Wahrnehmung und Reaktionszeiten auszugehen war (Hofinger, 2015). Dafür wurde ein Cut-Off bei vier Stunden Schlaf festgelegt – Personen, die in der Vorbefragung angegeben hatten, mehr als vier Stunden geschlafen zu haben, wurden eingeschlossen, solche, die angaben, weniger als vier Stunden geschlafen zu haben, wurden ausgeschlossen (N = 2). Zudem wurden diejenigen Personen nicht berücksichtigt, von denen Werte fehlten. Des Weiteren wurden die Proband*innen nicht eingeschlossen, wenn sie in der Vorbefragung angaben, in den letzten zwölf Stunden Medikamente oder Drogen konsumiert zu haben, die ihre Fahrtüchtigkeit beeinträchtigen könnten. Dies traf auf sechs Personen zu, eine weitere kreuzte an dieser Stelle im Fragebogen „weiß nicht“ an, auch sie wurde aus den Analysen ausgeschlossen. Zudem wurden Teilnehmer*innen ausgeschlossen, die zum Autofahren oder Lesen normalerweise eine Sehhilfe trugen, diese aber zum Versuch nicht bei sich hatten. Dies war bei sechs Versuchspersonen der Fall; von ihnen wurden fünf aus der Analyse ausgeschlossen, wobei eine dieser Personen bereits aufgrund des erfüllten Kriteriums „weniger als vier Stunden Schlaf“ ausgeschlossen worden war. Die sechste Person wurde trotz formal eingeschränkter Sehfähigkeit nicht ausgeschlossen, da sie in der Vorbefragung angegeben hatte, ihre Sehhilfe nicht zum Autofahren, sondern nur zum Lesen zu benutzen. Versuchspersonen ohne Führerschein wurden im Experiment eingeschlossen, da sie als Teilnehmer*innen des Straßenverkehrs, z.B. zu Fuß oder auf dem Rad, sowie als aktive Beifahrer*innen, die bei der Navigation in unbekanntem Orten der Fahrerin oder dem Fahrer beim Lesen der wegweisenden Beschilderung zur Seite stehen, ebenfalls berücksichtigt werden sollten. Es wurden sowohl Links- als auch Rechtshänder*innen untersucht. Da entsprechend der zweiten Hypothese auch Personen untersucht werden sollten, deren Muttersprache nicht Deutsch war, wurden auch Personen eingeschlossen, die zwar über grundlegende Deutschkenntnisse verfügten und auf Nachfrage der Versuchsleiterin angaben, die für den Versuch wichtigen deutschen Begriffe „Bahnhof“ und „Industriegebiet“ zu kennen, deren Kenntnisse aber nicht ausreichten, um alle Instruktionen in deutscher Sprache zu verstehen. Für sie wurde eine Instruktion in englischer Sprache entwickelt.

Von den ursprünglichen 101 Teilnehmer*innen wurden aufgrund der Nicht-Erfüllung der weiter oben besprochenen Kriterien 17 aus den Analysen ausgeschlossen. Nach ihrem Ausschluss befanden sich noch 84 Proband*innen in der Stichprobe. 47 waren männlich, 37 weiblich; 43 gehörten Bedingung 1 und 41 Bedingung 2 an. Der Altersdurchschnitt lag bei 27,9 Jahren. Im Durchschnitt schliefen die Versuchsteilnehmer*innen 7,6 Stunden pro Nacht, in der letzten Nacht hatten sie im Durchschnitt 7,4 Stunden geschlafen. 75 Versuchspersonen waren Rechtshänder*innen, neun Versuchspersonen schrieben mit der linken Hand. 38 trugen keine Sehhilfe, 45 trugen eine und hatten diese zum Versuch auch dabei. Eine Versuchsperson trug

normalerweise eine Sehhilfe, aber nicht zum Autofahren. Der Median der jährlichen Fahrleistung lag bei der mit „< 5.000km“ zu beschreibenden Kategorie. Der Median für die Konzentration und für Ausgeruhtheit lag bei „mittelmäßig“, für die Langeweile und Müdigkeit lag er bei „wenig“. Für Interesse und Motivation lag er bei „ziemlich“.

Von allen berücksichtigten Versuchspersonen hatten 63 Deutsch als Muttersprache gelernt, bei 21 war das nicht der Fall. Sofern ihre Muttersprache nicht Deutsch war, lernten die Proband*innen seit 8,6 Jahren die deutsche Sprache und lebten seit 6,9 Jahren in Deutschland. Acht stammten aus China, jeweils vier aus Bulgarien und Russland und zwei aus der Türkei. Jeweils eine Person sprach kurdisch, italienisch oder polnisch als Muttersprache. Die genauen Mittelwerte und Standardabweichungen sind den Tabellen 11-13 in Anhang B zu entnehmen.

4.2. Ablauf und Materialien

Die Versuche fanden im Juli und August 2016 in den Laboren A 212b und A 213 der Professur für Sozialpsychologie im Bürogebäude Zellescher Weg, Zellescher Weg 17, 01062 Dresden, sowie in Fällen, in denen die Proband*innen die Laborräume nicht aufsuchen konnten, auch bei den Versuchsteilnehmer*innen vor Ort statt, wobei auf eine laborähnliche, d.h. störungsfreie Erhebungsumgebung geachtet wurde. Die miteinander verbundenen Labore im



Abb. 2: Arbeitsplätze zur Durchführung der Befragung.

Bürogebäude Zellescher Weg, in denen die meisten der Versuchspersonen ($N = 81$) getestet wurden, verfügten über insgesamt sechs durch Trennwände voneinander getrennte PC-Arbeitsplätze. Ein Ausschnitt des Labors ist in Abbildung 2 zu sehen.

Nach einer Begrüßung durch die Versuchsleiterin wurden die Versuchspersonen gebeten, an einem Tisch, auf dem sich ein Bildschirm mit einer Bildschirmdiagonale von 22 Zoll im Abstand von 65 Zentimetern zur Sitzposition befand, Platz zu nehmen. Nach einer mündlichen Aufklärung über den Versuch und ihre Rechte wurde den Proband*innen eine Einverständniserklärung in doppelter Ausführung ausgehändigt. Eine Version war mit Kontaktdaten für Rückfragen versehen und verblieb bei den Teilnehmer*innen. Diese Version war bis auf die Erweiterung um die Kontaktdaten identisch mit der Version, die die Versuchspersonen der Versuchsleiterin unterschrieben zurückgaben. Die Proband*innen wurden mündlich und schriftlich darauf hingewiesen, dass eine Teilnahme am Experiment freiwillig und der Abbruch des Experiments jederzeit, ohne Angabe von Gründen und ohne dass daraus Nachteile entstehen, möglich war. Die Proband*innen wurden zudem auf die Gewährleistung der Anonymität ihrer Daten und der Aufbewahrung derselben über einen Zeitraum von zehn Jahren aufmerksam gemacht. In diesem Zusammenhang wurden sie darauf hingewiesen, dass die Angabe ihres Namens in Druckbuchstaben zusätzlich zu ihrer Unterschrift auf der Einverständniserklärung allein dem Zwecke diene, die anonymisierten Daten später bei etwaigen Nachfragen wieder zuordnen zu können, da manche Unterschriften diese Zuordnung nicht erlaubten. Selbstverständlich wurden die Einverständniserklärungen aber separat von allen anderen Experimentaldaten aufbewahrt. Die Versuchspersonen wurden darauf aufmerksam gemacht, dass im Experiment die Möglichkeit bestand, manche Stimuli aufgrund der kurzen Präsentationszeiten nicht richtig zu erkennen oder die korrekte Antwort angeben zu können, dies allerdings keine Rückschlüsse auf Intelligenz und Persönlichkeit zuließ. Zudem wurde ihnen, nachdem diese Bedenken gegenüber der Versuchsleiterin mehrfach geäußert worden waren, versichert, dass die Ergebnisse des Experiments nicht zu einem Führerscheinenzug führen konnten.

Nach der Aufklärung der Proband*innen folgte eine Vorbefragung, in der neben Geschlecht und Alter auch die Faktoren Konzentration, Ausgeruhtheit, Langeweile, Interesse, Müdigkeit und Motivation auf einer fünfstufigen Likert-Skala (Likert, 1932) – nach Rohrman (1978) eingeteilt in die Kategorien „nicht“, „wenig“, „mittelmäßig“, „ziemlich“ und „sehr“ – erhoben wurden. Diese Faktoren dienten, ebenso wie Fragen nach dem Schlafverhalten, Vorhandensein einer Sehhilfe, der Händigkeit und Medikamenten- oder Drogenkonsum in den letzten zwölf Stunden, der Feststellung der Eignung für das Experiment und der Möglichkeit von Rückschlüssen auf etwaige hohe Fehlerquoten. Die Erhebung der jährlichen Fahrleistung als

Führer*in eines Kraftfahrzeugs, basierend auf verschiedenen Stufen deutscher Versicherungen eingeteilt in „< 5.000 km/Jahr“, „5.000 – 10.000 km/Jahr“, „10.000 – 30.000 km/Jahr“ und „> 30.000 km/Jahr“, sollte eine Zuordnung zu den Kategorien „Wenigfahrer*in“ (< 5.000 km/Jahr), „Gelegenheitsfahrer*in“ (5.000 – 10.000 km/Jahr), „Vielfahrer*in“ (10.000 – 30.000 km/Jahr) und „berufliche Vielfahrer*in“ (> 30.000 km/Jahr) ermöglichen. Die Frage nach der Muttersprache und, sofern diese nicht Deutsch war, nach der Zahl der Jahre, die die Person bereits die deutsche Sprache lernte bzw. die sie in Deutschland lebte, diente der Operationalisierung der zweiten Hypothese.

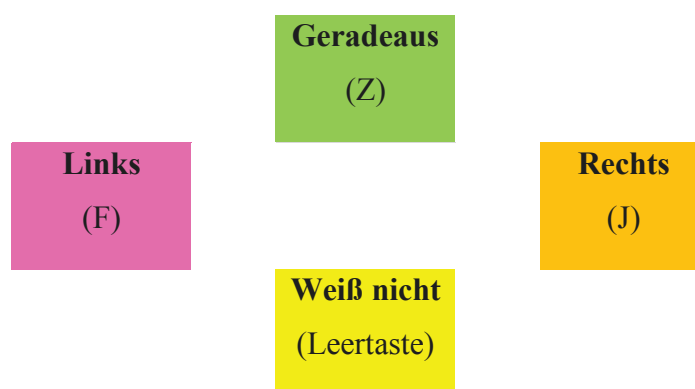




Abb. 3: Anordnung und farbige Markierung der Tasten im Versuch. In Klammern jeweils Buchstabe bzw. Bezeichnung der verwendeten Taste auf einer deutschen Tastatur.

Nach Entgegennahme der ausgefüllten Einverständniserklärung und der Vorbefragung wurde der eigentliche Versuch gestartet. Den Versuchspersonen wurde erläutert, dass ihnen in der Folge verschiedene wegweisende Beschilderungen präsentiert werden würden und es ihre Aufgabe sei, die Richtung, in die sie fahren müssten, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen, per Tastendruck anzugeben. In diesem Zusammenhang wurden sie auf die Markierungen auf der Tastatur vor sich hingewiesen. Dabei war die Taste „F“ mit einer rosafarbenen Markierung versehen, auf der „links“ stand, die Taste „Z“ mit einer grünen Markierung mit der Aufschrift „geradeaus“, die Taste „J“ mit einer orangefarbenen Markierung mit der Aufschrift „rechts“ und die Leertaste mit einer gelben Markierung mit der Aufschrift „weiß nicht“. Abbildung 3 veranschaulicht die Markierungen auf der Tastatur.

Die Proband*innen wurden gebeten, die zum Lärmschutz bereitgestellten Kopfhörer aufzusetzen und anschließend die Instruktionen auf dem Bildschirm, die in Anhang D aufgeführt sind, zu lesen und sich bei Fragen an die Versuchsleitung zu wenden. Die Instruktionen

machten deutlich, dass es neben Schnelligkeit auch auf die Richtigkeit der Antwort ankam und eine Zielangabe sowohl verbal als auch symbolisch präsentiert werden konnte. Die Markierungen auf den Tasten wurden nochmals erklärt, bevor die Versuchspersonen anschließend in einem Übungsblock, in dem das Ziel „Bahnhof“ bzw. „“ angefahren werden sollte, den Versuchsablauf testen konnten. Danach stand die Versuchsleiterin nochmals für mögliche Fragen zur Verfügung. Anschließend wurden die Versuchsteilnehmer*innen noch einmal an die zu benutzenden Tasten auf der Tastatur erinnert und das „Industriegebiet“ bzw. „“ als zu suchende Ziel im folgenden Experimentaldurchgang festgelegt.

In einer Nachbefragung wurden schlussendlich Fragen zu möglichen Strategien und Schwierigkeiten im Experiment sowie zu dem von den Versuchspersonen vermuteten Untersuchungszweck gestellt, um eventuell sensible Teilnehmer*innen ausschließen zu können. Abschließend wurde den Proband*innen erklärt, welche Hypothesen im Experiment untersucht worden waren und ihnen wurde für die Teilnahme gedankt. Als Belohnung für die Teilnahme am Versuch, der insgesamt 15 bis 20 Minuten dauerte, konnten sie zwischen einer halben Versuchspersonenstunde ($N = 7$) und fünf Euro ($N = 93$) wählen.

4.3. Design

Beim Versuchsaufbau handelte es sich um ein multivariates, zweifaktorielles 3×2 mixed factorial Design. Es gab zwei Bedingungen ($N_{\text{Bed. 1}} = 51$, $N_{\text{Bed. 2}} = 50$, wobei 2 Versuchspersonen in Bedingung 2 den Versuch auf Englisch absolvierten), denen die Versuchspersonen abwechselnd zugeteilt wurden; alle Proband*innen mit ungerader Teilnehmer*innenzahl wurden der Bedingung 1, alle mit einer geraden Teilnehmer*innenzahl der Bedingung 2 zugeordnet.

Im Versuch gab es drei unabhängige Variablen. Die erste unabhängige Variable beschrieb dabei die Bedingung, der die Proband*innen randomisiert zugeteilt wurden. Dies diente der Kontrolle eines möglichen Einflusses des Hintergrundes. Bei der zweiten unabhängigen Variablen wurde die Darbietungsart der Zielangabe manipuliert – auf einer Hälfte der Schilder war diese symbolischer, auf der anderen Hälfte verbaler Art. Die dritte unabhängige Variable war die Sprache, hier wurde festgehalten, ob die Versuchspersonen Deutsch oder eine andere Sprache als Muttersprache hatten. Die abhängigen Variablen waren zum einen die mittlere Reaktionszeit der Versuchspersonen im Experimentaldurchgang bei symbolischen bzw. verbalen Zielangaben sowie zum anderen der Prozentsatz korrekter Antworten der Proband*innen bei symbolischen bzw. verbalen Zielangaben.

Insgesamt wurden allen Proband*innen im Übungsblock drei, im Experimentaldurchgang 32 wegweisende Schilder, die in ein real existierendes Straßenverkehrsszenario eingefügt

wurden, präsentiert. Im Übungsblock wurde jeweils ein Autobahn-, Landstraßen- und Innerorts-Schild präsentiert, so dass die Proband*innen jeden Schildtypus einmal kennenlernen konnten. Dabei enthielten im Übungsdurchgang ein Schild eine symbolische und zwei Schilder eine verbale Angabe des gesuchten Ziels. Der Übungsdurchgang wurde nicht aufgezeichnet, da den Proband*innen zugesichert worden war, dass dieser dazu diente, die Funktionsweise und den Ablauf des Experiments einmal zu testen, ohne dass Daten aufgezeichnet werden würden.

Im Experimentaldurchgang wurde den Proband*innen in beiden Bedingungen jeweils acht Autobahn-, zwölf Landstraßen- und zwölf Innerorts- und somit insgesamt 32 Schilder präsentiert, von denen 16 eine verbale Zielangabe enthielten. Die anderen 16 Schilder waren zu denen mit der verbalen Zielangabe identisch, nur war die verbale Zielangabe gegen eine symbolische ausgetauscht worden. Dies ermöglichte die Reduktion der Zahl der benötigten Versuchspersonen aufgrund von Within-Subjects-Vergleichen. Pro Straßenkategorie (Autobahn, Landstraße, Innerorts) und pro Richtung (links, geradeaus, rechts) wurden jeweils zwei Schilder

Tab. 2:

Schilder pro Straßenkategorie, Art der Zielangabe und Richtung, in der sich die Zielangabe befand

	Piktogramm			Verbale Zielangabe		
	Links	Geradeaus	Rechts	Links	Geradeaus	Rechts
Autobahn		P_A_G_2	P_A_R_1		V_A_G_2	V_A_R_1
		P_A_G_4	P_A_R_2		V_A_G_4	V_A_R_2
Landstraße	P_L_L_1	P_L_G_1	P_L_R_1	V_L_L_1	V_L_G_1	V_L_R_1
	P_L_L_2	P_L_G_2	P_L_R_2	V_L_L_2	V_L_G_2	V_L_R_2
Innerorts	P_I_L_1	P_I_G_1	P_I_R_1	V_I_L_1	V_I_G_1	V_I_R_1
	P_I_L_2	P_I_G_5	P_I_R_2	V_I_L_2	V_I_G_5	V_I_R_2

Anmerkungen. Jedes Schild war durch einen Code eindeutig erkennbar. Der Code bestand aus vier Stellen. An erster Stelle wurde spezifiziert, ob es sich bei der Zielangabe auf dem Schild um ein Piktogramm oder eine verbale Zielangabe handelte (P = Piktogramm, V = Verbale Zielangabe). Anhand der zweiten Stelle ließ sich die Schilderart erkennen. Dabei stand „A“ für „Autobahn“, „L“ für „Landstraße“ und „I“ für „Innerorts“. Die dritte Stelle kodierte die Richtung, in der die Zielangabe zu finden war (L = Links, G = Geradeaus, R = Rechts). Zu den verwendeten Kombinationen der ersten drei Stellen waren jeweils zwei Schilder entworfen worden, weshalb die Ziffer an der vierten Stelle schließlich der Unterscheidung dieser beiden Schilder diente.

entworfen. Somit gab es pro Straßenkategorie insgesamt zwölf Schilder (je zwei Schilder mit einer Zielangabe links/geradeaus/rechts sowohl für symbolische als auch für verbale Zielangaben), von denen sechs eine verbale und sechs eine symbolische Zielangabe enthielten. Lediglich bei der Straßenkategorie „Autobahn“ gab es insgesamt nur acht und bei den verbalen bzw. symbolischen Zielangaben in der Folge nur vier Schilder, da die Fahrtrichtung „links“ in diesem Falle keinen Sinn ergab. Auf diese Weise kamen insgesamt $12 + 12 + 8 = 32$ Schilder zustande. Tabelle 2 fasst den Sachverhalt nochmals zusammen. Die Abfolge der präsentierten Schilder war weder im Übungs- noch im Experimentaldurchgang randomisiert, da dies zum einen eine einigermaßen logische abzufahrende Strecke ermöglichte und zum anderen die Analysen vereinfachte. Es wurde allerdings auf eine möglichst zufällig erscheinende Abfolge der Schilder geachtet. Die genaue Schildabfolge ist Tabelle 28 in Anhang D zu entnehmen. Jedes Schild wurde für die im Theorieteil ausführlicher diskutierten Zeiten von 2,52 Sekunden für Autobahnwegweiser und 1,68 Sekunden für das Sekundärnetz präsentiert. Hatte die Versuchsperson bis zu diesem Zeitpunkt noch keine Richtungsangabe auf der Tastatur eingegeben, wurde das Schild ausgeblendet und es erschien stattdessen ein schwarzer Bildschirm. Die Proband*innen hatten dann immer noch Zeit, eine Antwort zu geben; erst nachdem sie eine der vier möglichen Antwort-Tasten (inklusive der Antwortmöglichkeit „weiß nicht“) gedrückt hatten, erschien der nächste Wegweiser. Auf jedem Schild war in jeder Richtung mindestens ein Ort angegeben, um zu vermeiden, dass ein*e Proband*in bei nur zwei überhaupt möglichen Richtungen nach dem Ausschlussprinzip jene Richtung angab, in der das Ziel sein musste, weil er oder sie in der Kürze der Zeit unter Umständen nur eine Richtung analysiert hatte, in der das gesuchte Ziel aber nicht vorhanden war und dann schlussfolgern konnte, dass es in der anderen liegen musste. Gleichfalls hätten die Proband*innen bei nur einer überhaupt möglichen Richtung eine Trefferwahrscheinlichkeit von – sofern Fehler beim Tastendrücker mit einbezogen werden, nahezu – 100%, was die Aussagekraft der Daten mindern würde.

Entsprechend den Befunden von Färber und Färber (2015) wurden mehrere Piktogramme, die in die gleiche Richtung zeigten, mit einem weißen Rechteck mit schwarzem Rand hinterlegt. Dies war im Übungsblock bei zwei, im Experimentaldurchgang bei 14 Schildern der Fall. Klarzustellen ist in diesem Zusammenhang, dass die von Färber und Färber als Neuerung betonte Hinterlegung mit einem solchen Rechteck in der Praxis bereits beobachtbar ist, Abbildung 4 zeigt hierfür ein Beispiel.

Die verwendeten Zielzahlen pro Schild und Richtung orientierten sich an Färber und Färber (2015) und bewegten sich zwischen mindestens vier und maximal vierzehn Zielangaben.



Abb. 4: Straßenschild in Fürth. Dort ist der Vorschlag von Färber und Färber (2015), mehrere Piktogramme mit einem weißen Rechteck zu hinterlegen, bereits seit einigen Jahren umgesetzt.



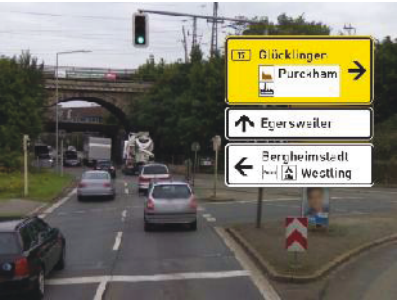

Die verwendeten Piktogramme waren nach den durch Färber und Färber (2015) durchgeführten Analysen zur Bekanntheit wegweisender Symbole ausgewählt worden; es wurden nur Piktogramme verwendet, die einen Bekanntheitsgrad von 80% überschritten. Alle verwendeten Ortsnamen wurden den RWB 2000 bzw. den RWB-A 2000 (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2000a, 2000b) sowie den Berichten von Färber und Färber (2015) entnommen, da diese jeweils Fantasienamen verwendeten. Diese setzten sich zusammen aus existierenden Silben deutscher Städtenamen und Ortsbezeichnungen und wurden neu kombiniert. Auf diese Weise konnten Priming-Effekte ausgeschlossen werden.

Um einen möglichen Einfluss des Hintergrundes auf die Versuchspersonen zu minimieren, wurden die in Bedingung 1 bei den Schildern mit verbaler Zielangabe verwendeten Hintergründe in Bedingung 2 bei den Schildern mit symbolischer Zielangabe verwendet, während umgekehrt die in Bedingung 1 bei den Schildern mit symbolischer Zielangabe verwendeten Hintergründe in Bedingung 2 bei den solchen mit verbaler Zielangabe benutzt wurden. Dies war der einzige Unterschied zwischen den beiden Bedingungen. Sollten sich nun Unterschiede in den Reaktionszeiten bei Schildern mit verbaler bzw. symbolischer Zielangabe zwischen den beiden Bedingungen zeigen, so würde dies bei sonst identischen Bedingungen auf einen Einfluss des Hintergrundes hinweisen. Tabelle 3 veranschaulicht exemplarisch an einem Schild das Versuchsdesign. Anhang A enthält alle weiteren Schilder.

Die Schilder wurden mit *Corel DRAW X7*® erstellt und in Bilder von real existierenden Verkehrssituationen eingefügt, die dem Online-Dienst *Google Street View* entnommen worden

Tab. 3:

Exemplarische Darstellung eines verwendeten Schildes mit symbolischer bzw. verbaler Zielangabe mit je nach Bedingung verschiedenen Hintergründen

	Piktogramm	Verbal
Bedingung 1	 A photograph of a street scene with a signpost. The signpost has three signs: a yellow sign with pictograms for 'Glücklingen' and 'Purckheim' with a right-pointing arrow, a white sign with an upward arrow for 'Egersweiler', and a white sign with a leftward arrow for 'Bergheimstedt' and 'Westling'.	 A photograph of a street scene with a signpost. The signpost has three signs: a yellow sign with text 'Glücklingen', 'Purckheim', and 'Industriegebiet' with a right-pointing arrow, a white sign with an upward arrow for 'Egersweiler', and a white sign with a leftward arrow for 'Bergheimstedt' and 'Westling'.
Bedingung 2	 A photograph of a street scene with a signpost. The signpost has three signs: a yellow sign with pictograms for 'Glücklingen' and 'Purckheim' with a right-pointing arrow, a white sign with an upward arrow for 'Egersweiler', and a white sign with a leftward arrow for 'Bergheimstedt' and 'Westling'.	 A photograph of a street scene with a signpost. The signpost has three signs: a yellow sign with text 'Glücklingen', 'Purckheim', and 'Industriegebiet' with a right-pointing arrow, a white sign with an upward arrow for 'Egersweiler', and a white sign with a leftward arrow for 'Bergheimstedt' and 'Westling'.

waren. Die Hintergründe stammten aus zufällig ausgewählten Verkehrssituationen in den Städten Berlin, Bonn, Frankfurt, Hamburg, Hannover, Köln, Leipzig und München, bei denen die Straßenkategorie und Anzahl der Fahrstreifen zu der auf dem entworfenen Schild passten.

Das vorgeschlagene Design wurde mittels des Excel-basierten Programms *DirectRT v2016* umgesetzt. Dieses Programm legt für jede Bedingung einen Ordner auf dem Computer an, so dass letztendlich vier Ordner („Experiment – Bed 1“, „Experiment – Bed 2“ sowie die englischen Versionen „Experiment – Bed 1 – Englisch“ und „Experiment – Bed 2 – Englisch“) zum Gebrauch zur Verfügung standen. All diese Ordner waren gleich aufgebaut: Sie enthielten eine Excel-Datei, die als Input-Datei diente, in die alle Versuchsparameter eingetragen wurden und die DirectRT auf den Befehl „Select and run input file“ abspielte, sowie die in allen Ordnern identische Datei *styles.drt*. Diese enthielt Informationen zu Schriftgröße, -art und Hintergrund. Zudem enthielten alle vier Ordner jeweils die beiden Unterordner „stim“ und „data“. Im Ordner „stim“ wurden alle Stimuli gespeichert, auf die die Excel-Datei beim Abspielen des

programmierten Experiments zugriff, d.h. alle aus Wegweiser und Hintergrund zusammengeführten Schilder und die Instruktionen. Im Ordner „data“ wurde in einem weiteren Unterordner „Experiment“ die Output-Kurzversion einer jeden einzelnen Versuchsperson in einer Excel-Datei gespeichert sowie unter „log“ als Log-File, d.h. in einer Output-Langversion, die mehr und genauere Daten als die Kurzversion enthielt. Um den Programmanforderungen von DirectRT v2016 gerecht werden zu können, mussten Sprache und Ländereinstellungen der verwendeten PCs auf Englisch umgestellt werden und die programmierten Input-Dateien im *.csv-Format gespeichert werden. Dies war nötig, da DirectRT als Trennzeichen zwischen den einzelnen Zeilen und Spalten Kommata verwendet, deutschsprachige Versionen von Excel allerdings mit Tabstops oder Semikolons arbeiten. Zudem musste die Bildschirmauflösung auf allen Computern auf das Format 1024 x 768 dpi eingestellt und alle verwendeten Schilder im *.bmp Format gespeichert werden.

4.4. Statistische Analyse

Zur Datenanalyse wurden die Funktion „FileMerge“ des Programms *DirectRT v2016* und das Programm *IBM SPSS Statistics 22*[®] verwendet. Die Angaben der Proband*innen in der Vorbefragung bezüglich des Geschlechts lieferten kategoriale Daten, welche allerdings auf alternativem Datenniveau ausgewertet wurden, da keine der Versuchspersonen Gebrauch von der Antwortmöglichkeit „keine Angabe“ machte. Ebenfalls alternatives Datenniveau hatte die Variable „Sprache“, die dichotom erhob, ob die Muttersprache der Proband*innen Deutsch (kodiert mit 1) oder eine andere war (kodiert mit 2). Die Angaben zu Drogen- und Medikamentenkonsum in den letzten zwölf Stunden lieferten ebenso wie die Angaben zur Muttersprache, wenn diese nicht Deutsch war, kategoriale Daten. Die Angaben bezüglich des Alters, des Schlaf- und des Fahrverhaltens sowie bezüglich der Dauer des Deutschlernens und des Aufenthalts in Deutschland lieferten jeweils metrische Daten. Alle anderen Daten der Vorbefragung hatten ein ordinales Datenniveau. Der Experimentaldurchgang lieferte für die Reaktionszeiten metrische und für die Korrektheit der Antworten kategoriale Daten mit den Kategorien „-1“ für „weiß nicht“, „0“ für „falsch“ und „1“ für „richtig“. Zusätzlich wurden die mittlere Reaktionszeit und der Prozentsatz korrekter Antworten jeweils insgesamt sowie bei symbolischen bzw. verbalen Zielangaben berechnet. Die genaue Speicherung der Variablen in DirectRT und ihre Umkodierung in SPSS ist Anhang B zu entnehmen.

Mit einer deskriptiven Analyse der Häufigkeiten wurde ein Überblick über die Datenlage geschaffen. Anschließend wurde die Variable „Auswahl“ berechnet: Allen Proband*innen, die eines oder mehrere der Ausschlusskriterien erfüllten, wurde in dieser Variable der Wert „0“

zugeordnet, alle anderen erhielten den Wert „1“. Auf Basis der mit „1“ kodierten Versuchspersonen wurde ein bereinigter Datensatz angelegt, in dem die Fälle mit nicht erfüllten Kriterien nicht mehr enthalten waren. Für den bereinigten Datensatz wurden wiederum Häufigkeitsanalysen durchgeführt, außerdem wurden die abhängigen Variablen jeweils auf Normalverteilung und Varianzhomogenität überprüft.

Vor der Überprüfung der Hypothese, dass Piktogramme insgesamt schneller und sicherer erkannt werden als verbale Zielangaben, wurden zunächst die Korrelationen der abhängigen Variablen untereinander für den bereinigten Datensatz bestimmt, um einen Eindruck zu gewinnen, in welchem Maße die abhängigen Variablen miteinander zusammenhängen.

Zur Untersuchung der Frage, ob es Unterschiede in den Reaktionszeiten und im Prozentsatz korrekter Antworten bei verbalen bzw. symbolischen Zielangaben zwischen deutschen Muttersprachler*innen und Menschen, deren Muttersprache nicht Deutsch war, sowie zwischen den beiden Bedingungen gab, wurde eine zweifaktorielle multivariate Varianzanalyse mit Messwiederholung mit den beiden Innersubjektfaktoren „Zielangabe“ und „Schild“, den beiden Zwischensubjektfaktoren „Bedingung“ und „Sprache“ und den drei Kovariaten „Geschlecht“, „Alter“ und „Zahl der gefahrenen Kilometer im letzten Jahr“ gerechnet. Die abhängigen Variablen waren die Reaktionszeit und die Korrektheit der Antworten der Proband*innen. Der Innersubjektfaktor „Zielangabe“ war zweifach gestuft (Stufe 1: Piktogramm, Stufe 2: verbale Zielangabe), der Innersubjektfaktor „Schild“ hatte 16 Stufen, da im Versuch 16 Piktogramme bzw. verbale Zielangaben präsentiert wurden.

5. Ergebnisse

Im nachfolgenden Ergebnisteil werden die abhängigen Variablen deskriptiv beschrieben und auf Normalverteilung geprüft. Anschließend werden die Nachbefragungsdaten analysiert und die Versuchsdaten auf die postulierten Hypothesen hin getestet.

5.2. Deskriptive Analyse der abhängigen Variablen

Zu Beginn wurden die mittleren Reaktionszeiten und der Prozentsatz korrekter Antworten genauer analysiert. Dabei zeigte sich, dass die mittlere Reaktionszeit insgesamt bei 1931,68ms lag, der Prozentsatz richtiger Antworten der Proband*innen insgesamt bei 85,83%. Die Korrektheit der Antworten der Versuchspersonen bewegte sich in einem Bereich zwischen 29,8% und 98,8% richtiger Antworten. Die Abbildungen 5 und 6 enthalten weitere Daten zur mittleren Reaktionszeit und zum Prozentsatz korrekter Antworten, die entsprechenden genauen Werte sind Tabelle 14 in Anhang B zu entnehmen. Die mittleren Reaktionszeiten bei den einzelnen Schildern sind zudem Abbildung 7 in Anhang B zu entnehmen, die zugehörigen Standardabweichungen und Wertebereiche sind in Tabelle 20 in Anhang B aufgeführt. Ebenfalls dem Anhang B zu entnehmen ist der Prozentsatz korrekter Antworten bei den einzelnen Schildern (Abbildung 8 in Anhang B).

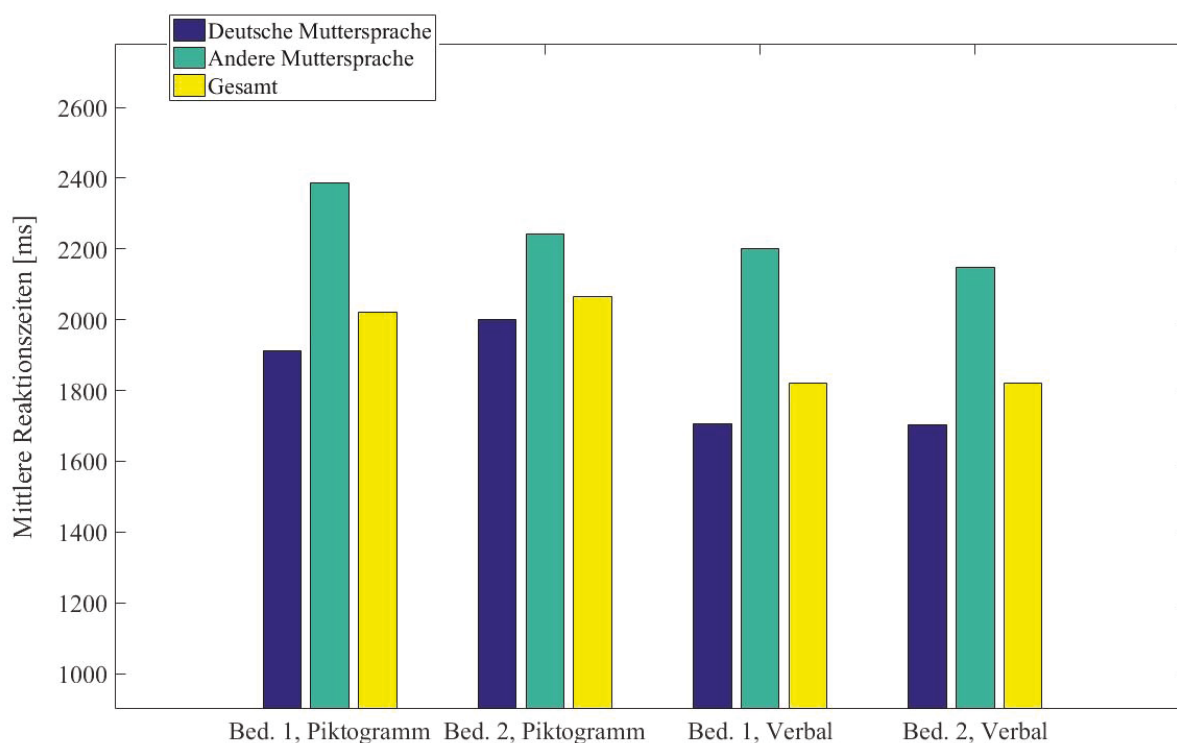


Abb. 5: Mittlere Reaktionszeiten der Proband*innen sortiert nach Muttersprache und Zielangabe in den verschiedenen Bedingungen (Bed.) sowie insgesamt nach Zielangabe pro Bedingung.

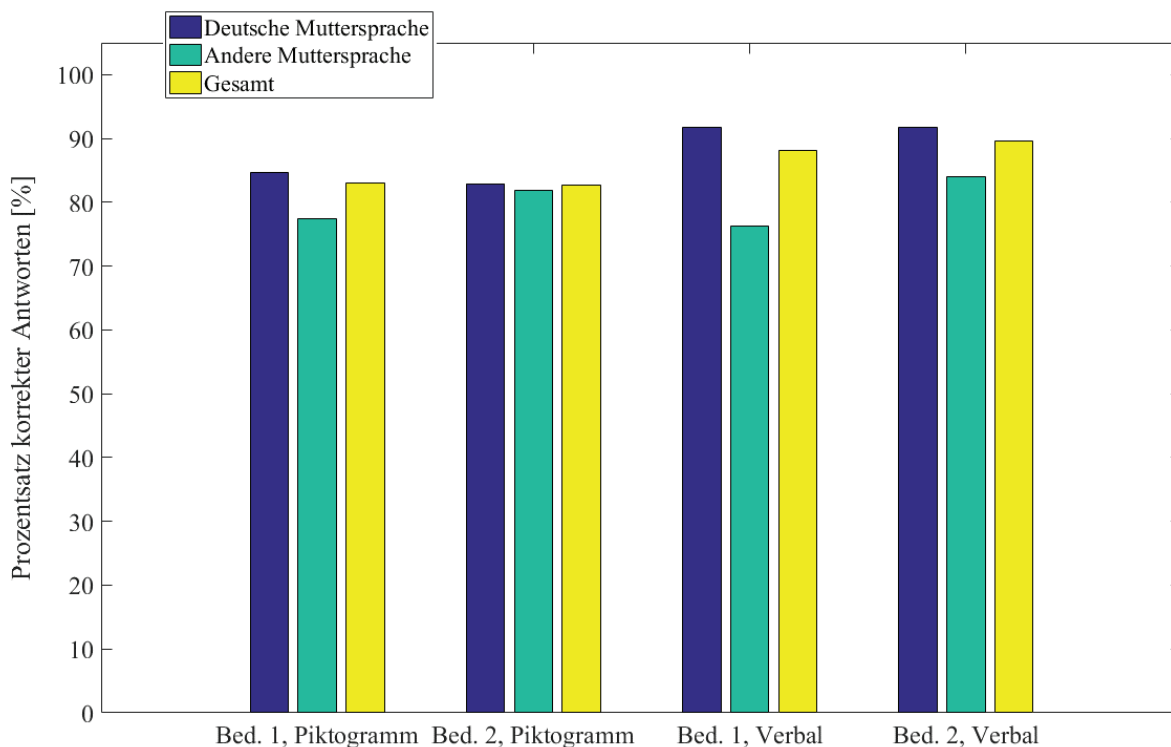


Abb. 6: Prozentsatz korrekter Antworten der Proband*innen sortiert nach Muttersprache und Zielangabe in den verschiedenen Bedingungen (Bed.) sowie insgesamt nach Zielangabe pro Bedingung.

5.2. Überprüfung auf Normalverteilung

Die abhängigen Variablen stellten sich für den bereinigten Datensatz in einem Shapiro-Wilk-Test als nur teilweise normalverteilt auf dem Fünf-Prozent-Niveau heraus. Bis auf den Prozentsatz korrekter Antworten bei verbalen Zielangaben, $W(21) = 0,847$, $p = 0,004$, waren die Daten der Personen, deren Muttersprache nicht Deutsch war, normalverteilt. Für deutsche Muttersprachler*innen war das bei keiner der abhängigen Variablen der Fall. Bis auf die mittlere Reaktionszeit bei Piktogrammen in Bedingung 2, $W(41) = 0,948$, $p = 0,058$, waren die Daten der Versuchspersonen in Bezug auf die beiden Bedingungen nicht normalverteilt. Tabelle 10 in Anhang B enthält die genauen Werte. Die Werte aller untersuchten abhängigen Variablen waren leicht steilgipflig verteilt. Die mittleren Reaktionszeiten sowohl insgesamt als auch für Piktogramme bzw. verbale Zielangaben waren linksschief, der Prozentsatz korrekter Antworten insgesamt sowie aufgeteilt nach Symbolen bzw. Wörtern rechtsschief. Für die Sprache waren die Varianzen der Werte nach der Levene-Teststatistik basierend auf dem Median (Field, 2015) bis auf den Prozentsatz richtiger Antworten bei verbalen Zielangaben, $F(1, 82) = 9,686$, $p = 0,003$, nicht signifikant. Für die beiden Bedingungen waren die Varianzen in allen abhängigen Variablen homogen. Die genauen Werte sind Tabelle 15 in Anhang B zu

entnehmen. Aufgrund der vorliegenden Stichprobengröße und den Annahmen des zentralen Grenzwertsatzes (Chakrapani, 2011; Field, 2015) können trotz der vorgestellten Ergebnisse eine Normalverteilung der Daten sowie Varianzhomogenität angenommen und damit parametrische Tests gerechnet werden.

5.3. Deskriptive Analyse der Daten der Nachbefragung

In der Nachbefragung wurden die Versuchspersonen gefragt, welches ihre Vermutung war, was im Experiment untersucht wurde und ob sie eine Strategie beim Bearbeiten der Aufgaben hatten. Zudem wurden etwaige Schwierigkeiten abgefragt.

Vermutetes Untersuchungsziel

Die meisten Versuchspersonen (N = 27) vermuteten, dass im Experiment Unterschiede zwischen Piktogrammen und Wörtern untersucht werden sollten. 15 vermuteten, es gehe um Reaktionszeiten im Straßenverkehr, weitere 12, es gehe um Erkennbarkeit, Verständlichkeit und Gestaltung von Verkehrsschildern. Weitere Vermutungen beschäftigten sich mit Wahrnehmung und Orientierung (N = 7), Aufmerksamkeit und Konzentration (N = 5), dem Zusammenhang zwischen Aufmerksamkeit und Reaktionszeit (N = 3) oder der Verwirrung von Fahrer*innen aufgrund des Schilderwaldes (N = 2). Fünf Personen hatten keine Idee, worum es bei der Bearbeitung der Aufgaben im Experiment gehen könnte. Jeweils eine Versuchsperson vermutete eine Untersuchung der visuellen Suche, der Auswirkungen uneinheitlicher Symbolik auf Reaktionszeiten oder der Sinnhaftigkeit von Beschilderung.

Beschriebene Bearbeitungsstrategien

41 Proband*innen verfolgten im Versuch keine besondere Strategie, 14 konzentrierten sich auf das gesuchte Piktogramm bzw. Wort. 12 konzentrierten sich zuerst auf das gesuchte Piktogramm und dann, wenn sie dieses nicht fanden, auf verbale Zielangaben; vier Versuchspersonen machten es genau andersherum. Weitere vier Versuchspersonen verfolgten die Strategie eines schnellen Lesens und Drückens. Jeweils einmal wurde als Strategie „Überfliegen des Schildes“ oder „Überblick verschaffen“ genannt, eine weitere Versuchsperson agierte nach dem Ausschlussprinzip, eine andere spezifischer nach dem Ausschlussprinzip aufgrund der Länge des Wortes „Industriegebiet“. Eine Versuchsperson suchte erst die Symbolfarbe Weiß und konzentrierte sich anschließend auf die Piktogramme und dann erst auf Wörter, eine andere Versuchsperson drückte erst eine Taste, wenn der Bildschirm schwarz war. Eine Person blickte kurz von links nach rechts, eine andere Person las das Schild erst von oben nach unten und dann

von links nach rechts. Eine Versuchsperson hielt Ausschau nach den Schloten des Industriegebiet-Piktogramms.

Schwierigkeiten im Versuch

45 Versuchsteilnehmer*innen berichteten keine Schwierigkeiten im Versuch; 16 waren die jeweiligen Präsentationszeiten der einzelnen Schilder zu schnell. Vier Personen beklagten den Wechsel zwischen symbolischen und verbalen Zielangaben, drei bemängelten zu viele Informationen pro Schild. Die Probleme der restlichen Versuchspersonen betrafen jeweils maximal zwei Proband*innen und werden in Anhang B ausführlicher besprochen.

5.4. Überprüfung der Hypothesen

Vor der Überprüfung der Hypothesen wurden die Variablen „Reaktionszeit“ und „Korrektheit“ auf mögliche Korrelationen überprüft, um frühzeitig über etwaige Zusammenhänge zwischen den Variablen Bescheid zu wissen und diese gegebenenfalls berücksichtigen zu können. Sofern nicht anders gekennzeichnet wurde unter der Berücksichtigung der einseitig formulierten Fragestellungen ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ verwendet. Bei einem entsprechenden Signifikanzniveau wurde die zu erwartende Effektstärke und damit die Sensitivität basierend auf der Software *G*Power v 3.1.3* für eine Kovarianzanalyse berechnet. Für die Stichprobengröße wurde $N = 84$ eingegeben, als Schätzung der Teststärke $(1 - \beta) = 0,80$. So ergab sich für $df = 2$ der Wert $f^2 = 0,308$ und für $df = 30$ der Wert $f^2 = 0,553$ für die Effektstärke. Für die Interaktionseffekte von Innersubjekt- und Zwischensubjektfaktoren in der Varianzanalyse mit Messwiederholung war mit einer mittleren Effektstärke (Cohen, 1988) zu rechnen ($f^2 = 0,331$).

Korrelation von Reaktionszeit und Korrektheit

Bei der Untersuchung der Korrelation von Reaktionszeit und Prozentsatz korrekter Antworten zeigte sich, dass der Anteil korrekter Antworten bei Piktogrammen mit dem bei Worten signifikant mit $r = 0,229$ auf dem Fünf-Prozent-Niveau korrelierte. Ebenfalls signifikant positiv (auf dem Ein-Prozent-Niveau) korrelierte die mittlere Reaktionszeit bei Piktogrammen mit der mittleren Reaktionszeit bei Worten, $r = 0,743$. Dies verdeutlicht den vermuteten positiven Zusammenhang zwischen der mittleren Reaktionszeit bzw. dem Prozentsatz korrekter Antworten bei verbalen bzw. symbolischen Zielangaben. Der Prozentsatz korrekter Antworten korrelierte jeweils signifikant negativ auf dem Ein-Prozent-Niveau mit der mittleren Reaktionszeit bei Piktogrammen, $r = -0,557$, und bei Worten, $r = -0,288$. Auch der Prozentsatz korrekter Antworten bei verbalen Zielangaben korrelierte negativ, wenngleich nicht signifikant, mit der mittleren

Reaktionszeit bei Piktogrammen, $r = -0,174$, und signifikant negativ auf dem Ein-Prozent-Niveau mit der mittleren Reaktionszeit bei Worten, $p = -0,415$. Die negativen Korrelationen zwischen mittleren Reaktionszeiten und dem Prozentsatz korrekter Antworten bei Piktogrammen/Wörtern deuten auf einen Zusammenhang zwischen schnellen Reaktionszeiten und geringeren Fehlerquoten bzw. hohen Fehlerquoten und langsamen Reaktionszeiten hin. Die als moderat einzuschätzenden Korrelationen bildeten insgesamt gute Voraussetzungen für die folgende Varianzanalyse (Tabachnick & Fidell, 2007).

Varianzanalyse mit Messwiederholung unter Berücksichtigung der Kovariaten

Der Mauchly-Test auf Sphärizität zeigte signifikante Ergebnisse sowohl für die Reaktionszeit als auch für die Korrektheit der Antworten für den Faktor Schild sowie die Interaktion aus Schild und Zielangabe, p jeweils $< 0,001$, weshalb in den Analysen Wilks-Lambda verwendet wurde (Field, 2015). Bei Überprüfung der Gleichheit der Fehlervarianzen mittels des Levene-Tests zeigte sich, dass bei der multivariaten Varianzanalyse in etwa der Hälfte der Fälle signifikante Werte und damit eine Verletzung der Voraussetzungen vorlag; allerdings konnte, wie weiter oben bereits besprochen, aufgrund des zentralen Grenzwertsatzes (Chakrapani, 2011; Field, 2015) Varianzhomogenität angenommen werden. Die genauen Werte finden sich in Tabelle 23 in Anhang B. Alle im Folgenden näher besprochenen Ergebnisse sind in Tabelle 5 und 6 zusammengefasst.

Innerhalb der Subjekte zeigte sich ein sehr signifikanter Einfluss des Schildes, $F(30, 2310) = 3,237$, $p < 0,001$. Dies bedeutet, dass die Proband*innen im Experiment je nach präsentiertem Schild unterschiedliche Reaktionszeiten bzw. korrekte Antworten aufzeigten. Ebenfalls signifikant war die Interaktion von Schild und Alter, $F(30, 2310) = 2,498$, $p < 0,001$. Insgesamt schnitten alle Proband*innen bei den als erstes in die Analyse eingegangenen Schildern etwas besser ab als bei den späteren; ältere Versuchspersonen schnitten dabei fast ausnahmslos schlechter ab als jüngere Proband*innen. Die Interaktionen von Schild und Geschlecht, $F(30, 2310) = 0,818$, $p = 0,746$, von Schild und Zahl gefahrener Kilometer im letzten Jahr, $F(30, 2310) = 1,308$, $p = 0,122$, von Schild und Sprache, $F(30, 2310) = 1,091$, $p = 0,335$, sowie von Schild und Bedingung, $F(30, 2310) = 1,057$, $p = 0,383$, waren nicht signifikant. Es zeigten sich also bis auf das Alter keine Wechselwirkungen zwischen dem Faktor Schild und den unabhängigen Variablen bzw. Kovariaten. Auch die Dreifachinteraktion von Schild, Sprache und Bedingung war nicht signifikant, $F(30, 2310) = 0,808$, $p = 0,761$. Gleiches galt für die Interaktion von Schild, Zielangabe und Geschlecht, $F(30, 2310) = 1,297$, $p = 0,130$.

Tab. 5:

Analyse der Innersubjekteffekte der zweifaktoriellen multivariaten Varianzanalyse mit Messwiederholung zur statistischen Prüfung der Nullhypothese unter Berücksichtigung der Kovariaten

Effekt		F	Hypothesen-df	Fehler df	Sig.	Partielles ϵ^2	Beobachtete Trennschärfe ^e
<i>Innerhalb von</i>	<i>Schild</i>	3.237	30.000	2310.000	.000*	.041	1.000
<i>Subjekten</i>	<i>Schild x Alter</i>	2.498	30.000	2310.000	.000*	.031	1.000
	<i>Schild x Geschlecht</i>	.818	30.000	2310.000	.746	.011	.875
	<i>Schild x km</i>	1.308	30.000	2310.000	.122	.017	.986
	<i>Schild x Sprache</i>	1.091	30.000	2310.000	.335	.014	.960
	<i>Schild x Bedingung</i>	1.057	30.000	2310.000	.383	.014	.954
	<i>Schild x Sprache x Bedingung</i>	.808	30.000	2310.000	.761	.010	.870
	<i>Zielangabe</i>	1.134 ^c	2.000	76.000	.327	.029	.357
	<i>Zielangabe x Alter</i>	.919 ^c	2.000	76.000	.403	.024	.309

Fortsetzung

Effekt	F	Hypothesen-df	Fehler df	Sig.	Partielles ε^2	Beobachtete Trennschärfe ^e
<i>Zielangabe x Geschlecht</i>	3.273 ^c	2.000	76.000	.043*	.079	.724
<i>Zielangabe x km</i>	2.816 ^c	2.000	76.000	.066*	.069	.664
<i>Zielangabe x Sprache</i>	.047 ^c	2.000	76.000	.954	.001	.110
<i>Zielangabe x Bedingung</i>	.562 ^c	2.000	76.000	.573	.015	.228
<i>Zielangabe x Sprache x Bedingung</i>	.222 ^c	2.000	76.000	.802	.006	.150
<i>Schild x Zielangabe</i>	1.419	30.000	2310.000	.066*	.018	.992
<i>Schild x Zielangabe x Alter</i>	3.443	30.000	2310.000	.000*	.043	1.000
<i>Schild x Zielangabe x Geschlecht</i>	1.297	30.000	2310.000	.130	.017	.985
<i>Schild x Zielangabe x km</i>	1.347	30.000	2310.000	.099*	.017	.988
<i>Schild x Zielangabe x Sprache</i>	2.790	30.000	2310.000	.000*	.035	1.000
<i>Schild x Zielangabe x Bedingung</i>	1.622	30.000	2310.000	.018*	.021	.997
<i>Schild x Zielangabe x Sprache x Bedingung</i>	1.699	30.000	2310.000	.010*	.022	.998

Anmerkungen. a. Design: Konstanter Term + Alter + Geschlecht + km + Sprache + Bedingung + Sprache x Bedingung; Innersubjektdesign: Schild + Zielangabe + Schild x Zielangabe. b. Die Tests basieren auf gemittelten Variablen. c. Exakte Statistik. d. Die Statistik ist eine Obergrenze für F, die eine Untergrenze für die Signifikanzebene erstellt. e. Berechnet mit $\alpha = .10$. F = Wert der F-Statistik, *df* = Freiheitsgrade, *p* = Signifikanzwert. Mit * markierte Werte sind auf dem $\alpha \leq 0,10$ – Niveau (einseitige Fragestellung) signifikant. $N_{\text{Gesamt}} = 84$, $N_{\text{Bedingung 1}} = 41$, $N_{\text{Bedingung 2}} = 41$, $N_{\text{Bedingung 1, Deutsche Muttersprache}} = 33$, $N_{\text{Bedingung 1, Andere Muttersprache}} = 10$, $N_{\text{Bedingung 2, Deutsche Muttersprache}} = 30$, $N_{\text{Bedingung 2, Andere Muttersprache}} = 11$.

Tab. 6:

Analyse der Zwischensubjektfaktoren der zweifaktorielle multivariaten Varianzanalyse mit Messwiederholung zur statistischen Prüfung der Nullhypothese per ANOVA unter Berücksichtigung der Kovariaten

Effekt			Typ III Quadrat- summe	df	Quadrati- scher Mittel- wert	F	Sig.	Partielles ε^2	Beobachtete Trennschärfe ^e
Zwischen den Subjek- ten	<i>Konstan- ter Term</i>	Reaktionszeit	27184752.96	1	27184752.96	177.787	.000*	.698	1.000
		Korrektheit	8.433	1	8.433	428.919	.000*	.848	1.000
	<i>Alter</i>	Reaktionszeit	4408245.238	1	4408245.238	28.830	.000*	.272	1.000
		Korrektheit	.060	1	.060	3.064	.084*	.038	.536
	<i>Geschl</i>	Reaktionszeit	46940.268	1	46940.268	.307	.581	.004	.151
		Korrektheit	.034	1	.034	1.732	.192	.022	.368
	<i>km</i>	Reaktionszeit	8726.702	1	8726.702	.057	.812	.001	.109
		Korrektheit	.022	1	.022	1.097	.298	.014	.276
	<i>Sprache</i>	Reaktionszeit	3115491.765	1	3115491.765	20.375	.000*	.209	.998
		Korrektheit	.276	1	.276	14.060	.000*	.154	.981

Fortsetzung

Effekt		Typ III Quadrat- summe	df	Quadrati- scher Mittel- wert	F	Sig.	Partielles ε^2	Beobachtete Trennschärfe ^e
<i>Bedingung</i>	Reaktionszeit	87022.598	1	87022.598	.569	.453	.007	.193
	Korrektheit	.015	1	.015	.774	.382	.010	.226
<i>Sprache x Bedingung</i>	Reaktionszeit	37051.602	1	37051.602	.242	.624	.003	.140
	Korrektheit	.036	1	.036	1.809	.183	.023	.379
<i>Fehler</i>	Reaktionszeit	11773764.44	77	152906.032				
	Korrektheit	1.514	77	.020				

Anmerkungen. a. Berechnet mit $\alpha = .10$. F = Wert der F-Statistik, df = Freiheitsgrade, p = Signifikanzwert. Mit * markierte Werte sind auf dem $\alpha \leq 0,10$ – Niveau (einseitige Fragestellung) signifikant. $N_{\text{Gesamt}} = 84$, $N_{\text{Bedingung 1}} = 41$, $N_{\text{Bedingung 2}} = 41$, $N_{\text{Bedingung 1, Deutsche Muttersprache}} = 33$, $N_{\text{Bedingung 1, Andere Muttersprache}} = 10$, $N_{\text{Bedingung 2, Deutsche Muttersprache}} = 30$, $N_{\text{Bedingung 2, Andere Muttersprache}} = 11$.

Entgegen der Erwartungen zeigte sich kein signifikanter Effekt der Zielangabe, $F(2, 76) = 1,134$, $p = 0,327$. Vielmehr war auf deskriptiver Ebene ein im Vergleich zum in Hypothese H_1 prognostizierten ein umgekehrter Effekt zu bemerken: Die Proband*innen reagierten schneller und sicherer, wenn ihnen verbale statt symbolische Zielangaben präsentiert wurden. Die Interaktion von Zielangabe und Alter war ebenfalls nicht signifikant, $F(2, 76) = 0,919$, $p = 0,403$. Nicht signifikant waren zudem die Interaktion von Zielangabe und Sprache, $F(2, 76) = 0,047$, $p = 0,954$, und Zielangabe und Bedingung, $F(2, 76) = 0,562$, $p = 0,573$. Es zeigten sich also keine Unterschiede in den Reaktionszeiten und in der Korrektheit der Antworten bei verbalen bzw. symbolischen Zielangaben, wenn das Alter oder die Muttersprache der Versuchspersonen bzw. der Hintergrund variierten. Auch die Dreifachinteraktion von Zielangabe, Sprache und Bedingung war in der Folge nicht signifikant, $F(2, 76) = 0,222$, $p = 0,802$. Wider Erwarten signifikant war hingegen die Interaktion von Zielangabe und Geschlecht, $F(2, 76) = 3,273$, $p = 0,043$. Frauen reagierten im Vergleich zu Männern bei verbalen Zielangaben etwas schneller, während Männer bei Piktogrammen die kürzeren Reaktionszeiten zeigten. Im Hinblick auf die Korrektheit der Antworten erzielten Männer insgesamt höhere Werte als Frauen. Auch die Interaktion von Zielangabe und der Zahl gefahrener Kilometer im letzten Jahr war signifikant, $F(2, 76) = 2,816$, $p = 0,066$. Insgesamt waren die Reaktionszeiten der Proband*innen bei Worten im Vergleich zu Piktogrammen kürzer, wobei diejenigen Versuchspersonen, die im letzten Jahr weniger als 5.000km als Fahrer*in eines Kraftfahrzeuges zurückgelegt hatten, die kürzesten und diejenigen, die zwischen 5.000 und 10.000km zurückgelegt hatten, die längsten Reaktionszeiten aufwiesen. Der Prozentsatz korrekter Antworten war bei verbalen im Vergleich zu symbolischen Zielangaben höher. Auffällig war der niedrige Anteil korrekter Antworten bei symbolischen Zielangaben in der Gruppe der Proband*innen, die keinen Führerschein hatten; bei verbalen Zielangaben schnitten sie hingegen – wie auch bei den Reaktionszeiten – knapp besser ab als die Gruppe der Wenigfahrer*innen.

Die Interaktion von Schild und Zielangabe war signifikant, $F(30, 2310) = 1,419$, $p = 0,066$. Bei vier Schildern reagierten die Proband*innen bei verbalen Zielangaben im Vergleich zu symbolischen langsamer, ansonsten war das Gegenteil der Fall. Bei sechs Schildern war der Anteil korrekter Antworten bei verbalen Zielangaben geringer als bei symbolischen, bei allen anderen Schildern führten hingegen symbolische Zielangaben zu einem höheren Prozentsatz korrekter Antworten. Die Interaktion von Schild, Zielangabe und Sprache war signifikant, $F(30, 2310) = 2,790$, $p < 0,001$. Dies deutet darauf hin, dass sich die im Vorigen beschriebene Interaktion von Schild und Zielangabe bei deutschen Muttersprachler*innen und Pro-

band*innen, deren Muttersprache nicht Deutsch war, unterschied. Es wurden Kontraste verwendet, um die Interaktion näher zu untersuchen; sie verglichen die Werte deutscher und nicht-deutscher Muttersprachler*innen bei verbalen bzw. symbolischen Zielangaben auf jeder Stufe des Faktors „Schild“. Die genauen Stufenbeschreibungen sind Abbildung 8 in Anhang B zu entnehmen. Es zeigten sich für die Reaktionszeit signifikante Unterschiede zwischen Stufe 8 und Stufe 16 als Referenzkategorie. Sowohl Proband*innen mit deutscher als auch mit nicht-deutscher Muttersprache schnitten dort bei verbalen Zielangaben deutlich besser ab als bei symbolischen. Auch die Unterschiede zwischen Stufe 14 und Stufe 16 waren signifikant. Auch hier waren die Proband*innen, unabhängig von der Muttersprache, bei der verbalen Zielangabe schneller. Für die Korrektheit der Antworten zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Stufe 2 und Stufe 16 sowie zwischen Stufe 8 und 16. Deutschsprachige Proband*innen schnitten dort bei verbalen Zielangaben leicht besser ab, während die Versuchspersonen, deren Muttersprache nicht Deutsch war, bei Stufe 2 bei symbolischen Zielangaben besser abschnitten, bei Stufe 8 hingegen bei verbalen Zielangaben. Zwischen Stufe 11 und Stufe 16 zeigten sich ebenfalls signifikante Unterschiede. Deutschsprachige Proband*innen schnitten dort bei der verbalen im Vergleich zur symbolischen Zielangabe schlechter ab, während bei nicht-deutschen Muttersprachler*innen das Umgekehrte der Fall war. Die genauen Werte sind Tabelle 24 in Anhang B zu entnehmen. Die Abbildungen 10 bis 13 in Anhang B veranschaulichen den Zusammenhang nochmals.

Die Interaktion von Schild, Zielangabe und Zahl gefahrener Kilometer im letzten Jahr war signifikant, $F(30, 2310) = 1,347$, $p = 0,099$, die Interaktion von Schild und Zielangabe hing also neben der Sprache zusätzlich auch noch von der Zahl gefahrener Kilometer im letzten Jahr ab. Wie erwartet war auch die Interaktion von Schild, Zielangabe und Alter signifikant, $F(30, 2310) = 3,443$, $p < 0,001$. Die Interaktion von Schild und Zielangabe unterschied sich also neben der Sprache auch noch im Alter der Versuchspersonen. Eine detailliertere Beschreibung der Alterseffekte ist der Post-Hoc-Analyse zu entnehmen. Entgegen den Erwartungen war die Interaktion von Schild, Zielangabe und Bedingung ebenfalls signifikant, $F(30, 2310) = 1,622$, $p = 0,018$. Sowohl bei den Schilderpaaren 2 und 5 als auch beim Schilderpaar 6 lag die Reaktionszeit der Proband*innen bei symbolischen unter der bei verbalen Zielangaben. Für Bedingung 1 war dies ebenfalls beim Schilderpaar 3, für Bedingung 2 beim Schilderpaar 1 der Fall. Die Zahl korrekter Antworten war in beiden Bedingungen bei den Schilderpaaren 8 bis 15 bei verbalen Zielangaben höher als bei symbolischen. In Bedingung 1 war dies sonst nur noch beim Schilderpaar 1 der Fall, in Bedingung 2 hingegen auch bei den Schilderpaar Nr. 3, 4, 6 und 7.

Zwischen den Subjekten zeigte sich für beide abhängigen Variablen ein sehr signifikanter Einfluss des Alters, $p < 0,001$. Jüngere Versuchspersonen reagierten im Vergleich zu den älteren schneller und sicherer. Um zu überprüfen, welche Altersgruppen einen besonderen Einfluss hatten, wurde in einer Post-Hoc-Analyse die Variable „Altersgruppe“ eingeführt. Dabei wurden Proband*innen, die jünger als 30 Jahre waren, der Gruppe „1“ zugeordnet, 30- bis 44-Jährige der Gruppe „2“, 45- bis 64-Jährige der Gruppe „3“ und Personen, die 65 Jahre oder älter waren, der Gruppe „4“. Es stellte sich heraus, dass insgesamt 69 Versuchspersonen jünger waren als 30 Jahre, fünf zwischen 30 und 44 Jahre, sieben zwischen 45 und 64 Jahren und drei Versuchspersonen waren älter als 65 Jahre. Die kürzesten Reaktionszeiten hatten sowohl bei Piktogrammen als auch bei Worten die unter 30-Jährigen, $M_{\text{Piktogramme}} = 1929,0770\text{ms}$, $M_{\text{Verbal}} = 1742,4737\text{ms}$, gefolgt von den 30- bis 44-Jährigen. Es zeigte sich überraschenderweise, dass die 45- bis 64-Jährigen längere Reaktionszeiten aufwiesen als die über 65-Jährigen. Dieses Ergebnis muss allerdings mit Vorsicht behandelt werden, da die Gruppen sehr ungleich groß waren und im Fall der über 65-Jährigen beispielsweise nur drei Versuchspersonen überhaupt analysiert werden konnten. Beim Prozentsatz korrekter Antworten erzielten die 30- bis 44-Jährigen sowohl bei symbolischen als auch bei verbalen Zielangaben die meisten richtigen Antworten, $M_{\text{Piktogramm}} = 85,00\%$, $M_{\text{Verbal}} = 90,00\%$. Die unter 30-Jährigen erzielten die nächstbesten Werte, gefolgt von den 45- bis 64-Jährigen bei verbalen Zielangaben und den über 65-Jährigen bei Piktogrammen.

Neben dem Alter war auch der Einfluss der Zwischensubjektvariable Muttersprache sehr signifikant, $p < 0,001$. Deutsche Muttersprachler*innen reagierten entsprechend Hypothese H_{2A} im Vergleich zu Nicht-Deutschen Muttersprachler*innen in kürzerer Zeit bei einem gleichzeitig größeren Prozentsatz korrekter Antworten. Die Differenz im Prozentsatz korrekter Antworten zwischen verbalen und symbolischen Zielangaben war bei nicht-deutschen Muttersprachler*innen ($M_{\text{Verbal}} - M_{\text{Piktogramm}} = 0,60\%$) im Vergleich zu deutschen ($M_{\text{Verbal}} - M_{\text{Piktogramm}} = 7,84\%$) deutlich kleiner. Auch die Differenz zwischen den mittleren Reaktionszeiten war bei nicht-deutschen Muttersprachler*innen ($M_{\text{Verbal}} - M_{\text{Piktogramm}} = -137\text{ms}$) kleiner als bei deutschen Muttersprachler*innen ($M_{\text{Verbal}} - M_{\text{Piktogramm}} = -250,3\text{ms}$). Dies bestätigt auch die Hypothese H_{2B} .

Um zu überprüfen, ob mit der Sprache verbundene kulturelle Gründe die Ergebnisse beeinflussen könnten, wurde in einer weiteren Post-Hoc-Analyse ein t-Test bei verbundenen Stichproben gerechnet, in dem die mittleren Reaktionszeiten und korrekten Antworten der acht

chinesischen Proband*innen je nach Art der Zielangabe untersucht wurden. Bei den Versuchspersonen war davon auszugehen, dass sie von symbolischen im Vergleich zu alphanumerischen Zeichen profitieren (Ou & Liu, 2012). Es zeigte sich, dass der Unterschied in der mittleren Reaktionszeit bei Piktogrammen abzüglich der bei Worten nicht signifikant war, $t(7) = 0,979$, $p = 0,360$. Auch der Unterschied im Prozentsatz korrekter Antworten bei symbolischen abzüglich dem bei verbalen Zielangaben war nicht signifikant, $t(7) = 0,767$, $p = 0,468$. Auf deskriptiver Ebene ist beim Prozentsatz korrekter Antworten zu bemerken, dass die chinesischen Muttersprachler*innen bei Symbolen im Vergleich zu Worten häufiger richtig lagen. Die genauen Werte sind den Tabellen 25-27 in Anhang B zu entnehmen.

6. Diskussion

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Verbesserung von Beschilderungen im Straßenverkehr für in- und ausländische Fahrer*innen in Bezug auf Verständlichkeit, Korrektheit von Entscheidungen beim Befolgen von Beschilderung im Straßenverkehr und Reaktionszeiten. In Folge der Zunahme des Verkehrsvolumens über die letzten Dekaden haben viele Länder symbolische, vereinfachte und standardisierte Schilder eingeführt, um internationale Reisen dort zu erleichtern, wo Sprachdifferenzen Barrieren darstellen könnten (Makinde & Opeyemi, 2012). Ziel dieser Studie war es, einen Forschungsbeitrag zur Nutzung von Piktogrammen in der wegweisenden Beschilderung und zur Verkehrssicherheit zu leisten. Dazu wurde in einem Reaktionszeitexperiment zum einen die gerichtete Hypothese untersucht, dass Piktogramme schneller und sicherer erkannt werden als verbale Zielangaben. Diese Hypothese konnte nicht bestätigt werden. Zum anderen wurde die gerichtete Hypothese untersucht, dass deutsche Muttersprachler*innen sowohl bei symbolischen als auch bei verbalen Zielangaben insgesamt schnellere Reaktionszeiten und mehr korrekte Antworten zeigen; dies konnte bestätigt werden. Nachfolgend werden die Ergebnisse ausführlicher diskutiert und mögliche Forschungsansätze für die Zukunft aufgezeigt.

Es konnte ein signifikanter Haupteffekt des Schildes und damit ein Beleg für die Verschiedenheit der präsentierten Verkehrsschilder gefunden werden. Der vermutete Einfluss der Zielangabe konnte hingegen nicht bestätigt werden. Es zeigte sich auf deskriptiver Ebene vielmehr ein entgegen der Hypothese H_1 umgekehrter Effekt: Die Proband*innen reagierten schneller und sicherer bei verbalen im Vergleich zu symbolischen Zielangaben. Der Faktor „Schild“ interagierte signifikant mit der Kovariablen Alter sowie mit der Zielangabe, die Zielangabe interagierte signifikant mit den Kovariablen Geschlecht und Zahl der gefahrenen Kilometer im letzten Jahr. Auch die Dreifachinteraktionen von Schild und Zielangabe mit Alter bzw. Sprache und Bedingung waren jeweils signifikant. Zwischen den Versuchspersonen zeigte sich ein signifikanter Alterseinfluss. Auch die Muttersprache hatte einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse.

6.1. Vergleich verbaler und symbolisches Zielangaben

Nachfolgend werden die für die Interpretation der Hypothese H_1 relevanten Faktoren ausführlich besprochen.

Interpretation der Ergebnisse der Varianzanalyse

Der in der Varianzanalyse mit Messwiederholung unter Berücksichtigung der Kovariaten Alter, Geschlecht und Zahl der gefahrenen Kilometer im letzten Jahr gefundene signifikante Einfluss des Schildes ist als positiv zu werten, da er verdeutlicht, dass sich die Schilder tatsächlich unterscheiden und sie verschiedene Reaktionszeiten und einen unterschiedlichen Grad der Korrektheit der Antworten hervorriefen.

Es wurden keine signifikanten Effekte der Zielangabe gefunden. Allerdings zeigte sich auf deskriptiver Ebene deutlich, dass die Proband*innen insgesamt schnellere und korrektere Antworten bei verbalen im Vergleich zu symbolischen Zielangaben aufwiesen. Diese Befunde widersprechen klar der Hypothese H_1 , die das Gegenteil vorhergesagt hatte. Während eine Vielzahl von Forscher*innen (Bazire & Tijus, 2009; Crundall & Underwood, 2001; Färber & Färber, 2015; Testin & Dewar, 1981) zu dem Ergebnis kam, dass Piktogramme im Vergleich zu verbalen Zielangaben schneller und sicherer erkannt werden, fanden Shinar und Vogelzang (2013) wie in der vorliegenden Studie einen gegenteiligen Effekt. Hoekstra, Williams und Green (1993) fanden ebenfalls eine leichte Bevorzugung verbaler im Vergleich zu symbolischen Inhalten. Auch Koyuncu und Amado (2008) fanden in einer Studie zu den Effekten von Priming auf die Reaktion auf Verkehrsschilder, dass auf ein Schild mit Text sowie ein Schild mit Text und Symbol schneller geantwortet wurde als auf ein Schild, das nur Symbole enthielt. Shinar und Vogelzang (2013) folgerten, dass im realen Straßenverkehr Symbole sehr wahrscheinlich aus einer größeren Entfernung wahrgenommen werden und schneller auf sie reagiert wird. Sofern den Symbolen allerdings zum Beispiel nach einer Kurve plötzlich und ohne Vorbereitungszeit begegnet wird, erfordern sie längere Reaktionszeiten. Sie fanden zudem heraus, dass symbolische Anzeigen nur dann von Vorteil sind, wenn den Fahrer*innen das Symbol vertraut ist; allerdings war selbst dann die Verständniszeit für Symbole noch langsamer als für Text. Aufgrund der besseren Sichtbarkeit aus der Ferne waren in Ländern mit ursprünglich textbasierten Schildern die verbalen gegen symbolische Angaben ausgetauscht worden, auch wenn die Symbole nicht standardisiert und den Fahrer*innen nicht vertraut waren. Die Autoren schlagen vor, symbolische Schilder in Zukunft nicht wieder durch Texte zu ersetzen, sondern vielmehr Text zu den Symbolen hinzuzufügen, da Symbole für die, die sie kennen, aus einer weiteren Entfernung erkannt werden können und diejenigen, die sich nicht kennen, ihre Bedeutung so erlernen können. Außerdem hatten die Ergebnisse der Studie gezeigt, dass eine Kombination von Piktogramm und Text die Verständniszeiten nicht verlängerten. Zu diesem Schluss kam

auch eine Reihe weiterer Autor*innen. Eine Studie von Kheir et al. (2014) konnte im medizinischen Kontext zeigen, dass die besten Ergebnisse in der Interpretation von Labels bei der Kombination von Piktogrammen und verbalen Instruktionen erzielt wurden. Am schlechtesten verstanden wurden Labels, auf denen nur ein Piktogramm zu sehen war. Im verkehrspsychologischen Kontext kamen beispielsweise Scialfa et al. (2008) zu den gleichen Ergebnissen.

Neben generellen Überlegungen zur Erkennbarkeit und zum Verständnis von symbolischen bzw. verbalen Zielangaben ist der nicht signifikante Effekt der Zielangabe durch die signifikante Interaktion von Zielangabe und Zahl der gefahrenen Kilometer im letzten Jahr erklärbar. Bemerkenswert ist bei dieser Interaktion, dass Proband*innen, die nicht im Besitz des Führerscheins waren, bei verbalen sowie bei symbolischen Zielangaben fast genauso schnell reagierte wie die Versuchspersonen mit Fahrerfahrung, bei symbolischen Zielangaben allerdings einen deutlichen Abfall im Prozentsatz korrekter Antworten zeigten. Auf univariater Ebene zeigte sich hier zwar ein signifikanter Einfluss der Interaktion auf die Korrektheit der Antworten ($p = 0,020$), nicht aber auf die Reaktionszeit ($p = 0,193$). Dies könnte dadurch erklärbar sein, dass Personen ohne Führerschein die Piktogramme zwar genauso schnell erkennen wie die Proband*innen mit Fahrerfahrung und deshalb ähnliche Reaktionszeiten aufweisen, allerdings mit den im Straßenverkehr verwendeten Symbolen nicht vertraut sind und so auf die falschen Stimuli (z.B. „Autobahnkirche“ statt „Industriegebiet“) reagieren (Shinar, Dewar, Summala & Zakowska, 2003). Dies stünde im Einklang mit Befunden verschiedener Forschungsgruppen, die die Wichtigkeit von Bildung und Fahrerfahrung beim Verständnis von Symbolen im Straßenverkehr und den Forschungsbedarf auf diesem Gebiet betonen (z.B. Akple & Biscoff, 2012; Al-Madani & Al-Jahani, 2002; Makinde & Opeyemi, 2012; Ng & Chan, 2007).

Die Interaktion von Zielangabe mit Geschlecht war signifikant. Die insgesamt höhere Korrektheit der Antworten von Männern und ihre verkürzten Reaktionszeiten bei symbolischen Zielangaben stehen im Einklang mit Befunden von Al-Madani und Al-Jahani (2002).

Es konnte insgesamt kein signifikanter Effekt der Bedingung gefunden werden, die Hintergründe beeinflussten also wie vorhergesagt die Ergebnisse der Versuchspersonen allgemein nicht. Allerdings fand sich eine signifikante Interaktion von Schild, Zielangabe und Bedingung, d.h. das gemeinsame Auftreten der Interaktion von Schild und Zielangabe unterschied sich in den beiden Bedingungen. Dieser Effekt widerspricht den Vorhersagen, allerdings ist anzumerken, dass diese Interaktion mit einem partiellen ϵ^2 von 0,021 nur einen sehr geringen Einfluss in der Erklärung der Varianz innehatte und vermutlich auf zufällige Unterschiede zwischen den Versuchspersonen der beiden Bedingungen rückführbar ist.

Die signifikante Interaktion von Zielangabe mit dem Faktor Schild sowie von Zielangabe mit Schild und Sprache zeigt, dass sich die Reaktionszeiten und die Korrektheit der Antworten der Proband*innen nach Art der Zielangabe bei verschiedenen Schildern unterschieden. Besondere Unterschiede zeigten sich in der Reaktionszeit bei einem Schild mit einer großen Anzahl von Points-Of-Interest und damit auch von Piktogrammen: Abgesehen vom Industriegebiet fünf symbolische und zwei verbale Points-Of-Interest. Die Versuchspersonen waren bei diesem Schild in der verbalen Bedingung deutlich besser, was vermutlich auf die ungewohnt große Zahl von Piktogrammen zurückzuführen ist. Der gleiche Effekt zeigte sich auch bei einem Schild, das insgesamt nur drei Zielangaben und damit eine sehr geringe inhaltliche Dichte aufwies. Es unterschied sich zudem im Layout deutlich von den anderen präsentierten Schildern – Vertrautheit mit Schildern scheint also, wie bereits von Ou und Liu (2012) untersucht, einen wichtigen Effekt bei der Erkennung und dem Verständnis von Schildern zu haben. Signifikante Unterschiede zeigten sich auch beim Schilderpaar Nr. 2, das eine in Deutschland eher selten verwendete Form der Autobahnbeschilderung enthielt. Das Schild ist in Abbildung 9 dargestellt. Es zeigt sich dort eine geteilte Darstellung des Schildes in Geradeausrichtung, die den Gestaltprinzipien der Gruppierung und der Integration (Wertheimer, 1923) widersprechen. Für die Zukunft wäre hier der Entwurf eines „integrierten“ Schildes denkbar, so dass in Geradeausrichtung nur noch ein Schild präsentiert wird.

Neben der signifikanten Interaktion von Zielangabe und Zahl der gefahrenen Kilometer im letzten Jahr ist der in der Varianzanalyse nicht mehr signifikante Effekt der Zielangabe möglicherweise auch durch den signifikanten, besonders in Bezug auf die Reaktionszeit starken



Abb. 9: Geteilte Darstellung eines der Schilder aus Schilderpaar 2 in Geradeausrichtung.


Effekt (Cohen, 1988) des Alters als Zwischensubjektvariable mit einem partiellen ϵ^2 von 0,272 zu erklären. Auch Ben-Bassat und Shinar (2015) gehen davon aus, dass die Reaktionszeit von Straßenverkehrsschildern mit dem Alter zu- und das Verständnis abnimmt. Shinar et al. (2003) vermuteten einen Zusammenhang zwischen dem Grad des Verständnisses verschiedener Verkehrsschildersymbole in den vier Ländern Kanada, Finnland, Israel und Polen mit den dort vorzufindenden moderaten bis hohen Leveln der Motorisierung. Für die finnische und die israelische sowie im kleinen Ausmaß auch für die kanadische Stichprobe zeigte sich, dass Ältere im Vergleich zu den anderen Fahrer*innen schlechter abschnitten. Dafür machten sie die Vertrautheit der älteren Fahrer*innen mit ihrer Route in einer bekannten Umgebung und einer damit einhergehenden reduzierten Aufmerksamkeit auf Schilder am Straßenrand verantwortlich. Zudem hielten sie es für wahrscheinlich, dass viele der Symbole nach Abschluss der Fahrprüfung eingeführt wurden und die älteren Fahrer*innen ihre Bedeutung formal nie gelernt hatten. Interessant ist auf deskriptiver Ebene in diesem Zusammenhang, dass die 18 Proband*innen, bei denen die mittlere Reaktionszeit und der Prozentsatz korrekter Antworten bei Symbolen über dem bei verbalen Zielangaben lag, fast ausschließlich ($N = 16$) der Gruppe der unter 30-Jährigen und damit statistisch gesehen zu den Fahranfänger*innen angehörten, die die Bedeutung vom Piktogrammen möglicherweise – im Gegensatz zur älteren Generation – frisch gelernt hatten.

Generell ist bemerkenswert, dass der durchschnittliche Prozentsatz korrekter Antworten selbst in der Altersgruppe der über 65-Jährigen noch über 70% und damit über dem von der Organization for International Standardization (wie zitiert in Al-Madani & Al-Jahani, 2002) festgelegten Kriterium des Verständnisses eines Verkehrsschildes lag. Wenngleich die motorische und die Sehgenauigkeit sowie Kontrastsensitivität im Alter ab- und altersbedingte Gedächtnisdefizite zunehmen (Scialfa et al., 2008), sind gesunde ältere Fahrer*innen also im Allgemeinen durchaus noch in der Lage, korrekte Antworten in einem angemessenen Zeitrahmen zu produzieren. Verschiedene Ergebnisse, die sich bei der Untersuchung des Alterseinflusses bei Verkehrsschildern finden ließen, führten Scialfa et al. (2008) auf die Variation in den verwendeten Tests zur Ermittlung des Verständnisses zurück.

Auf deskriptiver Ebene war trotz des insgesamt nicht signifikanten Einflusses der Art der Zielangabe bei vier Schilderpaaren zu bemerken, dass die Versuchspersonen dort bei Piktogrammen im Vergleich zu den verbalen Zielangaben schneller reagierten. Bei sechs Schilderpaaren (davon drei, bei denen auch schneller reagiert wurde) war der Prozentsatz korrekter Antworten bei symbolischen im Vergleich zu verbalen Zielangaben höher. Insgesamt stachen so

sieben Schilderpaare heraus; bei drei von ihnen handelte es sich um Autobahnschilder, bei weiteren dreien um Schilder aus dem Innenstadt-Bereich. Beim letzten Schilderpaar handelte es sich um ein Landstraßenschild. Es ist zu vermuten, dass die Proband*innen bei den Autobahnschildern deshalb schneller auf das „Industriegebiet“-Piktogramm reagierten, weil diese Schilder sonst kaum symbolische Zielangaben enthielten und die wenigen vorhandenen – entsprechend dem integrierten Modell des Text- und Bildverstehens von Schnotz (2005) – schnell verarbeitet werden konnten. Bei den Schilderpaaren des Sekundärnetzes handelte es sich ausschließlich um Schilder mit acht oder mehr Zielangaben. Denkbar ist, dass mit steigender Zahl der Zielangaben auf einem Schild der Vorteil von Piktogrammen gegenüber verbalen Angaben zunimmt. Norman (2013) schlägt in diesem Zusammenhang zur optimalen Gestaltung von Oberflächen, gerade wenn diese viele Informationen enthalten, die Nutzung von Pop-Out-Effekten und die zentrale Präsentation wichtiger Informationen vor. Es ist anzunehmen, dass die verwendeten Piktogramme im Experiment tatsächlich aus der Menge „hervorstachen“, da sie meist in geringerer Anzahl vorhanden waren als die verbalen Zielangaben und nach Schnotz (2005) auch schneller verarbeitet werden konnten. Allerdings zeigt die bereits diskutierte Überlegenheit der verbalen im Vergleich zu einer symbolischen Zielangabe bei der Interaktion von Zielangabe, Schild und Sprache bei einem Schild mit sehr vielen Piktogrammen auch, dass ein angemessenes Gleichgewicht zwischen verbalen und symbolischen Zielangaben gefunden werden muss, um optimale Reaktionszeiten und möglichst viele korrekte Antworten zu garantieren.

Besonderheiten des Untersuchungsmaterials

Unter Umständen könnten die Ergebnisse durch die Verwendung der Zielangabe „Industriegebiet“ bzw. „“ zustande gekommen sein. Viele der Proband*innen sagten der Versuchsleiterin nach Vollendung des Experiments im Gespräch, dass die verbale Zielangabe aufgrund ihrer Wortlänge herausgestochen habe bzw. sie sie sich als Form gemerkt hätten. Diese Zielangabe war deshalb verwendet worden, weil sie im Bericht von Färber und Färber (2015) mit 98% einen sehr hohen Bekanntheitsgrad bei den Proband*innen aufgezeigt hatte. Alle die Zielangaben, bei die Versuchspersonen einen noch höheren Kenntnisstand aufwiesen als bei „Industriegebiet“, waren deshalb nicht verwendet worden, weil es sich bei ihnen um typischerweise nur auf Autobahnen auftretende Piktogramme handelte (Gasthaus, Toiletten, Fernsprecher, Tankstelle, Notrufsäule) oder sie in der verbalen Form noch länger als „Industriegebiet“ gewesen wären (Informationsstelle, Zelt- und Wohnwagenplatz). Andere Gründe waren die Hintergrundfarbe des Piktogramms bei „Parkplatz“ und die eher unübliche Nutzung von „Rollstuhlfahrer“ im normalen Straßenverkehr. In der Entwicklung des Versuchs waren

zum Ausgleich Stadtnamen einer ähnlichen Silbenlänge hinzugezogen worden, allerdings war der mit vier Silben längste Ortsname „Egersweiler“ immer noch um eine Silbe kürzer als „Industriegebiet“. Empfehlenswert für die Zukunft wäre die Durchführung dieses Versuchs unter identischen Bedingungen und mit den gleichen Schildern bei einem Austausch der gesuchten Zielangabe durch ein in der verbalen Bedingung kürzeres Wort wie beispielsweise „Hotel“ oder „Freibad“, die bei Färber und Färber (2015) mit 96% immer noch von den meisten Versuchspersonen erkannt worden waren. Zudem ist zu empfehlen, die Piktogramme in einem neuen Versuch etwas größer zu gestalten, da einige Versuchspersonen angaben, sie seien ihnen zu klein gewesen. Zwar waren die Größen der Piktogramme aus den Richtlinien für wegweisende Beschilderung (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2000a, 2000b) abgeleitet, unter Umständen aber im Verhältnis auf dem Computerbildschirm trotzdem zu klein.

6.2. Vergleich deutscher und nicht-deutscher Muttersprachler*innen

In der Varianzanalyse zeigte sich ein sehr signifikanter Haupteffekt der Sprache. Dies bedeutet, dass deutschsprachige Proband*innen kürzere Reaktionszeiten aufwiesen als Versuchspersonen, deren Muttersprache nicht Deutsch war. Außerdem erzielten Proband*innen, deren Muttersprache Deutsch war, im Prozentsatz korrekter Antworten höhere Werte und damit mehr richtige Antworten als Versuchspersonen, deren Muttersprache eine andere als Deutsch war. Dieses Ergebnis war im Einklang mit Hypothese H_{2A}. Die Differenz im Prozentsatz korrekter Antworten und in den mittleren Reaktionszeiten zwischen verbalen und symbolischen Zielangaben war bei nicht-deutschen Muttersprachler*innen im Vergleich zu deutschen deutlich kleiner. Dies stand im Einklang mit Hypothese H_{2B}. Somit konnten beide Hypothesen zu Unterschieden deutscher und nicht-deutscher Muttersprachler*innen in den Reaktionszeiten und in der Korrektheit der Antworten bei verbalen bzw. symbolischen Zielangaben bestätigt werden. Dieses Ergebnis fügte sich ein in bisherige Literatur zum Thema, die Unterschiede aufgrund der Sprache vorhergesagt hatte (Makinde & Opeyemi, 2012; Ou & Liu, 2012; Viganò & Rovida, 2014).

Die Interaktion aus Zielangabe und Sprache war sowohl für die Korrektheit der Antworten bei Piktogrammen/ Worten als auch für die Reaktionszeit signifikant. Sowohl bei deutschen als auch bei nicht-deutschen Muttersprachler*innen war also der Prozentsatz korrekter Antworten bei verbalen Zielangaben im Vergleich zu Piktogrammen höher, wobei der Prozentsatz korrekter Antworten sowohl bei verbalen als auch bei symbolischen Zielangaben bei deutschen Muttersprachler*innen höher war als bei Proband*innen, deren Muttersprache nicht Deutsch war. Bemerkenswert ist hierbei, dass sich der Prozentsatz korrekter Antworten bei

denjenigen, die Deutsch nicht als Muttersprache gelernt hatten, bei symbolischen und verbalen Zielangaben kaum unterschied ($M_{\text{Piktogramm}} = 79,76\%$, $M_{\text{Verbal}} = 80,36\%$). Hier ist also zumindest die Tendenz zu erkennen, dass symbolische Zielangaben so schnell erkannt werden wie verbale. Der Effekt könnte zumindest teilweise durch kulturelle Unterschiede erklärt werden. Beispielsweise fanden Al-Madani und Al-Jahani (2002), dass europäische und US-amerikanische Fahrer*innen im Vergleich zu Fahrer*innen aus den Golfstaaten sowie arabische Fahrer*innen Verkehrsschilder generell besser verstanden. Ou und Liu (2012) kamen zudem in einer Untersuchung zu dem Schluss, dass US-Amerikaner*innen besser auf einen alphanumerischen als auf einen symbolischen Modus ansprachen, während sich bei Chines*innen das umgekehrte Muster zeigte. Eine chinesische Versuchsperson berichtete der Versuchsleiterin in diesem Zusammenhang nach Abschluss des Experiments von einer ähnlichen Beobachtung. Die Versuchsperson hatte Schwierigkeiten bei verbalen Zielangaben und führte diesen Umstand besonders darauf zurück, dass Straßenverkehrsschilder in China vor allem aus Symbolen bestünden und sie Worte auf Verkehrsschildern schlichtweg nicht gewohnt sei. Die Ergebnisse des als Post-Hoc-Analyse gerechneten t-Tests zur Untersuchung der Reaktionszeiten und Korrektheit der Antworten der chinesischen Proband*innen, bei denen deskriptiv ein höherer Prozentsatz korrekter Antworten bei symbolischen im Vergleich zu verbalen Zielangaben gefunden wurden, wenngleich sich keine Unterschiede in den Reaktionszeiten zeigten. Dies stützt die Befunde von Ou und Liu (2012) zumindest teilweise.

6.3. Weitere Ergebnisse und Überlegungen

Neben den statistischen Interpretationen der Ergebnisse sind auch einige allgemeinere Faktoren zu berücksichtigen. Zu diskutieren bleibt beispielsweise abh. ob die Versuchspersonen – trotz der Fokussierung auf das gefragte Ziel „Bahnhof“ bzw. „Industriegebiet“ – andere Zielangaben (z.B. „Seehausen“) auf den Schildern wahrgenommen haben. Von mehreren Seiten wurde die eigene Unfähigkeit berichtet, auch nur eine Zielangabe zu reproduzieren, die nicht „Bahnhof“ oder „Industriegebiet“ war. Auch Metz und Krüger (2014) berichteten in einem Experiment zur „Change Blindness“, also der Blindheit gegenüber Veränderungen, wenn die Aufmerksamkeit nicht auf sie gerichtet war, von Problemen mit denjenigen Teilen eines Schildes, die den Proband*innen nicht relevant erschienen. Diese Blindheit gegenüber Veränderungen bzw. augenscheinlich „unwichtigen“ Teilen des Schildes wäre im realen Verkehr beispielsweise dann von Nachteil, wenn verschiedene Bahnhöfe oder Industriegebiete auf einem Schild ausgewiesen sind und folglich auch noch weitere Angaben berücksichtigt werden müssten. Empfehlenswert

wäre die Wiederholung des vorliegenden Experiments unter identischen Bedingungen mit einem Rekognitionstest im Anschluss, bei dem getestet wird, inwieweit die Probanden andere, nicht gefragte Zielangaben auf den Schildern gelesen bzw. wahrgenommen haben, also subliminal geprint sind.

Insgesamt empfiehlt sich die Wiederholung des Versuchs unter identischen Bedingungen in Verbindung mit anderen Methoden der Datenerhebung wie Rekognitionstests, Fahrsimulationen oder Blickbewegungsanalysen zur Erhöhung der Validität der Versuchsergebnisse (Metz & Krüger, 2014). Beispielsweise fanden Metz und Krüger in zusätzlich zu Reaktionszeittests und Fahrsimulationen durchgeführten Blickbewegungsanalysen heraus, dass Fahrer*innen meist den rechten Informationsblock und damit den rechten Teil eines Schildes fixierten. Costa et al. (2014) untersuchten das Blickverhalten bei vertikalen Verkehrsschildern und stellten fest, dass die Proband*innen im Durchschnitt nur eines von vier Schildern wahrnahmen, obwohl sie sich in einer Versuchssituation befanden mit einer Eye-Tracking-Brille in einem unbekanntem Auto und dem Wissen, dass ihr Fahrverhalten aufgezeichnet wurde. Da deshalb davon auszugehen ist, dass die Versuchspersonen besonders vorsichtig und aufmerksam fahren, sind die Ergebnisse umso erstaunlicher. Weitere Blickbewegungsuntersuchungen von Siswandari und Xiong (2015) zeigten eine verlangsamte Blinzelrate, einen vergrößerten Pupillendurchmesser und eine längere Zeit bis zur ersten Fixation bei schwer verständlichen Schildern. War ein Schild an einem unerwarteten Ort platziert, beispielsweise ein Verbot zum Rechtsabbiegen auf der linken Seite, so war die Wahrscheinlichkeit geringer, dass die Proband*innen das Schild identifizierten (Borowsky, Shinar & Parmet, 2008). Dies könnte erklären, weshalb beim Schilderpaar 4, bestehend aus den Schildern 4 und 22, im Versuch vergleichsweise hohe Reaktionszeiten und ein geringer Prozentsatz korrekter Antworten vorlagen. Allerdings zeigte sich beim Schilderpaar 12, das aus den Schildern 14 und 20 bestand, kein solcher Effekt, weshalb vermutlich noch weitere Faktoren wie die spätere Präsentation der Schilder von Schilderpaar 12 im Versuchsablauf und damit Übungseffekte zu berücksichtigen sind. Auch die Erwartungen und die Vorerfahrung, über die die Proband*innen bereits zu Versuchsbeginn verfügen, könnte in einem Top-Down-Ansatz die abhängigen Variablen beeinflusst haben, obwohl keine Erfahrung mit den für das Experiment ausgewählten Schildern oder der gewählten Route vorlagen (Costa et al., 2014). Auch eine Wiederholung des Versuches im Fahrsimulator wäre zu empfehlen, da die externe Validität im Versuch aufgrund beschränkter Möglichkeiten zur Realisierung einer Ablenkungsaufgabe verringert war. Gerade der Straßen-

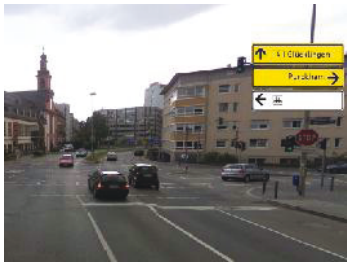
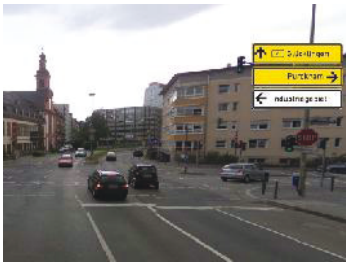


verkehr zeichnet sich, wie oben bereits angesprochen, allerdings durch die Teilung von Aufmerksamkeit und eine Ablenkung durch die Fahraufgabe aus. Deshalb wurden die Präsentationszeiten im Vergleich zu Färber et al. (2004), die eine Ablenkungsaufgabe realisierten, um mehr als die Hälfte reduziert.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stehen im Einklang mit bisherigen Studien zum Verständnis von Verkehrsschildern. Die Befunde zu Verständnisproblemen konnten repliziert werden (z.B. Al-Madani & Al-Jahani, 2002; Ben-Bassat & Shinar, 2015; McDougald & Wogalter, 2014; Shinar & Vogelzang, 2013), wenngleich anzumerken ist, dass im vorliegenden Experiment durchschnittlich rund 86% der Wegweiser richtig verstanden, bei verbalen Zielangaben waren es sogar gerundet 89%. Damit lag der Durchschnitt der von den Proband*innen verstandenen Schilder ganz knapp über dem vom American National Standard Institute (2011) festgelegten Kriterium von 85%. Die von verschiedenen Autor*innen gefunden durchschnittlichen Verständniszahlen zwischen 55 und 70% (Al-Madani & Al-Jahani, 2002; Kirmizioglu & Tuydes-Yaman, 2012; Makinde & Opeyemi, 2012) konnten damit überboten werden. Allerdings zeigte sich bei genauerer Untersuchung, dass 16 der 32 Schilder im Versuch von weniger als 85% der Fahrer*innen richtig erkannt wurden und fünf Schilder durchschnittlich sogar von weniger als 55% der Versuchspersonen verstanden wurden – der hohe Mittelwert des Verständnisses insgesamt scheint also insbesondere dadurch zustande zu kommen, dass die Schilder, wenn sie richtig erkannt wurden, von fast allen Proband*innen richtig erkannt wurden. Dies deckt sich mit der Literatur (z.B. Shinar et al., 2003). Interessant ist, dass die Proband*innen die größten Probleme – sowohl in Bezug auf die Reaktionszeiten als auch auf den Prozentsatz korrekter Antworten – bei einem Landstraßenschild hatten, das in Tabelle 7 für die beiden Bedingungen dargestellt ist. Die Probleme traten sowohl bei der verbalen als auch bei der symbolischen Zielangabe auf. Dies ist insofern erstaunlich, als es sich dabei um ein Schild mit vergleichsweise wenigen Zielangaben handelte und es damit sehr übersichtlich ist. Allerdings unterscheidet sich das Schild in seinem Layout klar von den anderen verwendeten Wegweisern.

Interessant ist, dass einige Proband*innen in der Nachbefragung des Experiments angaben, nach mit dem Bahnhof im Übungsblock bzw. mit dem Industriegebiet im Experimentaldurchgang verwandten Piktogrammen gesucht zu haben, wenn sie das eigentlich gefragte Ziel nicht finden konnten. Beispielsweise wurde für den Übungsblock von drei Proband*innen angeführt, dass sie nach dem Piktogramm für „Parken und Reisen“, kurz „P+R“, Ausschau gehalten hatten, nachdem sie das Ziel „Bahnhof“ nicht finden konnten, da sie die Wahrscheinlichkeit für hoch hielten, dass sich diese beiden Ziele in der gleichen Richtung befinden. Dieser Tatsa-

Tab. 7:

*Darstellung des verwendeten Schildes mit symbolischer bzw. verbaler Zielangabe mit je nach Bedingung verschiedenen Hintergründen, bei dem die Proband*innen den geringsten Prozentsatz korrekter Antworten und die höchsten mittleren Reaktionszeiten aufzeigten*

	Piktogramm	Verbal
Bedingung 1		
Bedingung 2		

che sollten sich Gestalter wegweisender Beschilderung bewusst sein und auf eine logische Organisation des Schildes achten.

Ein großer Teil der Proband*innen (N = 18) merkte in der Nachbefragung und –besprechung die kurzen Präsentationszeiten der Schilder als Schwierigkeit beim Finden der gefragten Zielangabe an. Es wurde das Argument vorgebracht, dass man sich im realen Straßenverkehr Schildern bereits von Weitem annähert und viel mehr Zeit zum Lesen aufwendet, gerade, wenn man sich nicht auskennt. Auch werden Wegweiser im realen Straßenverkehr meist mehrfach wiederholt, so dass die Fahrer*innen ausreichend Zeit haben, ein gesuchtes Ziel auf dem Schild zu finden. Metz und Krüger (2014) bezeichnen diese Wiederholung von Wegweisern oder eine ausreichende Distanz beim Lesen als Gegenmaßnahmen zur einmaligen Präsentation von Zielen auf Verkehrsschildern. Diese Maßnahmen wurden im vorliegenden Versuch nicht berücksichtigt, da hier das Finden eines Ziels unter extremen Bedingungen, in denen der Fahrer oder die Fahrerin einen Großteil der kognitiven Kapazitäten für die Fahraufgabe aufwenden

muss, getestet werden sollte. Solch eine Belastung der Fahrer*innen entsteht besonders bei hohen Verkehrsstärken oder in unbekannter Umgebung – gerade in diesen Fällen ist es wichtig, dass Verkehrsschilder optimal gestaltet und so einfach wie möglich zu interpretieren sind. Generell bleibt allerdings bezüglich der Validität von Reaktionszeitexperimenten unklar, ob die gemessenen subtilen Einflüsse im realen Straßenverkehr wirklich eine so große Bedeutung haben, wie die Forschung ihnen beimisst (Metz & Krüger, 2014).

Insgesamt ist die vorliegende Arbeit als wichtiger Beitrag in der noch raren Forschung zum Verständnis von Wegweisern zu sehen. Es zeigten sich zum Teil mit bisherigen Studien im Widerspruch stehende Ergebnisse, die den weiteren Forschungsbedarf zum Thema umso deutlicher machen. Viele verschiedene Faktoren wie Alter, Vertrautheit mit einem Schild, Darstellungsart der Zielangabe (symbolisch oder verbal), Bildung oder Fahrerfahrung spielen dabei eine wichtige Rolle. Gleiches gilt für die generelle Gestaltung eines Schildes nach Designprinzipien; für einen Überblick grundlegender Faktoren siehe z.B. Norman, 2013), für Hinweise bezogen auf Straßenverkehrsschilder siehe z.B. Ben-Bassat & Shinar (2006). Wenngleich Unfälle und kritische Situationen aufgrund des Lesens von wegweisender Beschilderung insgesamt – auch aufgrund zahlreicher präventiver Maßnahmen wie der mehrfachen Wiederholung von Wegweisern – eher unwahrscheinlich erscheinen (Metz & Krüger, 2014), so darf doch nicht außer Acht gelassen werden, dass im vorliegenden Versuch einige Schilder von lediglich weniger als 35% der Fahrer*innen richtig interpretiert wurden. Da die Validität der Vorhersagekraft von Reaktionszeitexperimenten für den realen Straßenverkehr allerdings weiterhin unklar ist, empfiehlt sich für die Zukunft die Replizierung dieses Versuchs mit einer Erweiterung um verschiedene andere Methoden.

7. Literaturverzeichnis

- Akple, M. S. & Biscoff, R. (2012). Assessment of drivers understanding of road signs in Ghana: A case study along Ho - Afloa Togo route. *International Journal of Business, Management and Social Sciences*, 3 (1), 19-25.
- Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (Hrsg.). (2010). *Pkw-Maut in Deutschland? Eine verkehrs- und wirtschaftspolitische Bewertung*. Zugriff am 18.08.2016. Verfügbar unter https://www.adac.de/_mmm/pdf/fi_pkw_maut_studie_2010_218025.pdf
- Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (2013). *ADAC Umfrage 2013: Schilderwald in Deutschland*. Zugriff am 15.09.2016. Verfügbar unter <https://www.adac.de/info-testrat/tests/strassen/schilderwald/2013/default.aspx>
- Al-Madani, H. & Al-Jahani, A.-R. (2002). Assessment of drivers' comprehension of traffic signs based on their traffic, personal and social characteristics. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5, 63-76.
- American National Standards Institute, Inc. (2011). *American National Standard. Criteria for safety symbols. ANSI Z535.3-2011*. Rosslyn: National Electrical Manufacturers Association.
- Auer, S. & Dick, E. (2007). When does a difference make a difference? A snapshot on global icon comprehensibility. In J. A. Jacko (Hrsg.), *Human-computer interaction. Interaction platforms and techniques* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 4551, S. 3-12). Berlin: Springer.
- Auswärtiges Amt. (2016, 04. August). *Schengener Übereinkommen*. Zugriff am 29.08.2016. Verfügbar unter http://www.auswaertiges-amt.de/DE/EinreiseUndAufenthalt/Schengen_node.html
- Bazire, M. & Tijus, C. (2009). Understanding road signs. *Safety Science*, 47, 1232-1240.

- Ben-Bassat, T. & Shinar, D. (2006). Ergonomic guidelines for traffic sign design increase sign comprehension. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 48, 182-195.
- Ben-Bassat, T. & Shinar, D. (2015). The effect of context and drivers' age on highway traffic signs comprehension. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 33, 117-127.
- Borowsky, A., Shinar, D. & Parmet, Y. (2008). Sign location, sign recognition, and driver expectancies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 11, 459-465.
- Bundesamt für Güterverkehr. (2013). *Marktbeobachtung Güterverkehr. Bericht Herbst 2013*. Zugriff am 18.08.2016. Verfügbar unter http://www.bwvl.de/fm/2492/BAG_Marktbeobachtung_Herbst_2013.pdf
- Bundesanstalt für Straßenwesen. (2015). Verkehrs- und Unfalldaten Deutschland. Kurzzusammenstellung der Entwicklung in Deutschland. Zugriff am 24.08.2016. Verfügbar unter http://www.bast.de/DE/Publikationen/Medien/Dokumente/Unfallkarten-national-deutsch.pdf?__blob=publicationFile&v=7
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.). (2015). *Verkehr in Zahlen 2015/2016* (Verkehr in Zahlen, Bd. 44). Hamburg: DVV Media Group GmbH.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. (2010). *Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht. Struktur - Aufkommen - Emissionen - Trends*. Zugriff am 21.08.2016. Verfügbar unter http://mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/infas_MiD2008_Abschlussbericht_I.pdf
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. (2000a). *Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen, RWBA 2000*. Köln: FGSV Verlag.

- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. (2000b). *Richtlinien für die wegweisende Beschilderung außerhalb von Autobahnen, RWB 2000*. Köln: FGSV Verlag.
- Chakrapani, C. (2011, April). Statistical reasoning vs. magical thinking. *vue, the magazine of the Marketing Research and Intelligence Association*, 16-18.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd edition). New York: Academic Press.
- Costa, M., Simone, A., Vignali, V., Lantieri, C., Bucchi, A. & Dondi, G. (2014). Looking behavior for vertical road signs. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 23, 147-155.
- Cristea, M. & Delhomme, P. (2015). Factors influencing drivers' reading and comprehension of on-board traffic messages. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology*, 65, 211-219.
- Crundall, D. & Underwood, G. (2001). The priming function of road signs. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 4, 187-200.
- Davies, S., Haines, H., Norris, B. & Wilson, J. R. (1998). Safety pictograms: are they getting the message across? *Applied Ergonomics*, 29 (1), 15-23.
- Färber, B. & Färber, B. (2015). *Aufnahme von Wegweisungsinformationen im Straßenverkehr - AWewiS Teil 2: Wirkung von grafischen Symbolen oder Piktogrammen. Forschungsprojekt FE 03.0474/2011/CRB im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen*. (Reihe Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Färber, B., Siegener, W. & Süther, B. (2007). *Aufnahme von Wegweisungsinformationen im Straßenverkehr – AwewiS. Forschungsprojekt FE 03.388/2004/CRB im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen*. (Reihe Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Bd. 979). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.

- Field, A. (2015). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics. And sex and drugs and rock'n'roll* (4th edition). Los Angeles: Sage.
- Hashim, M. J., Alkaabi, M. S. & Bharwani, S. (2014). Interpretation of way-finding healthcare symbols by a multicultural population: Navigation signage design for global health. *Applied Ergonomics*, 45, 503-509. Verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687013001427>
- Hoekstra, E., Williams, M. & Green, P. (1993). *Development and driver understanding of hazard warning and location symbols for IVSAWS*. Ann Arbor: The University of Michigan.
- Hofinger, G. (2015). Aus Sicht der Human-Factors-Psychologie: Anforderungen und Problemfelder der Stabsarbeit. *BOS-Leitstelle aktuell*, 5 (175), 16-19. Zugriff am 18.08.2016. Verfügbar unter https://www.researchgate.net/profile/Gesine_Hofinger/publication/296822594_Aus_Sicht_der_Human-Factors-Psychologie_Anforderungen_und_Problemfelder_der_Stabsarbeit/links/56dacaff08aeb4638bee35b.pdf
- Johansson, G. & Rumar, K. (1966). Drivers and road signs: a preliminary investigation of the capacity of car drivers to get information from road signs. *Ergonomics*, 9 (1), 57-62.
- Kettwich, C. (2015). *Ablenkung im Strassenverkehr und deren Einfluss auf das Fahrverhalten*. Karlsruhe: Karlsruhe Scientific Publishing.
- Kheir, N., Awaisu, A., Radoui, A., El Badawi, A., Jean, L. & Dowse, R. (2014). Development and evaluation of pictograms on medication labels for patients with limited literacy skills in a culturally diverse multiethnic population. *Research in social & administrative pharmacy, RSAP*, 10, 720-730.
- Kirmizioglu, E. & Tuydes-Yaman, H. (2012). Comprehensibility of traffic signs among urban drivers in Turkey. *Accident Analysis and Prevention*, 45, 131-141.

- Koyuncu, M. & Amado, S. (2008). Effects of stimulus type, duration and location on priming of road signs. Implications for driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 11, 108-125.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22 (140), 1-55.
- List, J. A. & Levitt, S. D. (2005). *What do laboratory experiments tell us about the real world?* Chicago: University of Chicago.
- Makinde, O. O. & Opeyemi, D. A. (2012). Understanding of traffic signs by drivers - A case of Akure city, Ondo state, Nigeria. *ARPN Journal of Science and Technology*, 2, 608-612.
- McDougald, B. R. & Wogalter, M. S. (2014). Facilitating pictorial comprehension with color highlighting. *Applied Ergonomics*, 45, 1285-1290.
- Metz, B. & Krüger, H.-P. (2014). Do supplementary signs distract the driver? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 23, 1-14.
- Ng, A. W. Y. & Chan, A. H. S. (2007). The guessability of traffic signs: effects of prospective-user factors and sign design features. *Accident; analysis and prevention*, 39, 1245-1257.
- Norman, D. (2013). *The Design of Everyday Things*. (Revised & Expanded Edition.). New York: Basic Books.
- Ou, Y.-K. & Liu, Y.-C. (2012). Effects of sign design features and training on comprehension of traffic signs in Taiwanese and Vietnamese user groups. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42 (1), 1-7.
- Rohrmann, B. (1978). Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozialwissenschaftliche Forschung. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 9, 222-245.

- Schlag, B. (2015, Juni). *Psychologische Gestaltungskriterien für Verkehrsplanung und Straßenentwurf*. Modul Verkehrspsychologie – HP4, Dresden. Zugriff am 24.06.2015. Verfügbar unter https://bildungsportal.sachsen.de/opal/auth/RepositoryEntry/3406757889/CourseNode/85648507370447/dirpath/09.%20VpsPlanung_2015.pdf
- Schnotz, W. (2005). An integrated model of text and picture comprehension. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (S. 49-69). New York: Cambridge University Press.
- Schulz, W. H., Joisten, N. & Geis, I. (2016). *Wissenschaftliche Überprüfung der BMVI-Prognose der Mauteinnahmen durch ausländische Pkw*. Zugriff am 26.06.2016. Verfügbar unter https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Strasse/prognose-prof-schulz.pdf?__blob=publicationFile
- Scialfa, C., Spadafora, P., Klein, M., Lesnik, A., Dial, L. & Heinrich, A. (2008). Iconic sign comprehension in older adults: The role of cognitive impairment and text enhancement. *Canadian journal on aging = La revue canadienne du vieillissement*, 27, 253-265.
- Shinar, D., Dewar, R., Summala, H. & Zakowska, L. (2003). Traffic sign symbol comprehension: A cross-cultural study. *Ergonomics*, 46, 1549-1565.
- Shinar, D. & Vogelzang, M. (2013). Comprehension of traffic signs with symbolic versus text displays. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 18, 72-82.
- Siswandari, Y. & Xiong, S. (2015). Eye movements and brain oscillations to symbolic safety signs with different comprehensibility. *Journal of physiological anthropology*, 34, 34-42.
- Statistisches Bundesamt. (2015). *Bevölkerungsstand*. Zugriff am 29.08.2016. Verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Bevoelkerungsstand.html>

- Summala, H. & Hietamäki, J. (1984). Drivers' immediate responses to traffic signs. *Ergonomics*, 27, 205-216.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5. Aufl.). London: Pearson.
- Testin, F. & Dewar, R. (1981). Divided attention in a reaction time index of traffic sign perception. *Ergonomics*, 24, 111-124.
- Treat, J.R., Tumbas, N.S., McDonald, S.T., Shinar, D., Hume, R.D., Mayer, R.E., Stansifer, R.L., & Castellan, N.J. (1977). *Tri-level study of the causes of traffic accidents*. Michigan: University of Michigan.
- Umweltbundesamt. (2015, 05. Oktober). *Modal Split des Personen- und Güterverkehrs*. Zugriff am 29.08.2016. Verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/modal-split-des-personen-gueterverkehrs>
- United Nations Economic and Social Council (Hrsg.). (1968). *20. Convention on road signs and signals*. (Bd. 1).
- Viganò, R. & Rovida, E. (2014). A proposed method about the design of road signs. *Journal of Transportation Safety & Security*, 7 (1), 56-75.
- Wang, J.-H., Hesar, S. & Collyer, C. (2007). Adding graphics to dynamic message sign messages. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2018, 63-71.
- Wermke, M., Kunzel-Razum, K. & Scholze-Stubenrecht, W. (2004). *Duden - Die deutsche Rechtschreibung*. (23., völlig neu bearb. u. erw. Aufl.). Mannheim: Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus.
- Wertheimer, M. (1923). Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt II. *Psychologische Forschung*, 4, 301-350.

Wolff, J. S. & Wogalter, M. S. (1998). Comprehension of pictorial symbols: Effects of context and test method. *Human Factors*, 40, 173-186.

Anhang

Anhang A: Gegenüberstellung der verwendeten Schilder nach Hintergrund und Bedingung

Anhang B: Statistische Analysen

1. Detaillierte Beschreibung der Datenorganisation
2. Detaillierte Beschreibung der Schwierigkeiten der Proband*innen im Versuch
3. Überprüfung der abhängigen Variablen auf Normalverteilung
4. Deskriptive Analyse der Variablen
5. Tests auf Varianzhomogenität
6. Korrelationen der abhängigen Variablen
7. Ergebnisse eines t-Tests bei verbundenen Stichproben über alle Proband*innen zur Veranschaulichung
 - a. Allgemein
 - b. Einzelpaarvergleiche
8. Ergebnisse des t-Tests für die chinesischen Proband*innen

Anhang C: Versuchsunterlagen

1. Einverständniserklärung
2. Einverständniserklärung – Exemplar für die Unterlagen der Versuchsperson
3. Vorbefragung
4. Fragebogen – Übungsteil
5. Fragebogen – Experimentaldurchgang Bedingung 1
6. Fragebogen – Experimentaldurchgang Bedingung 2
7. Nachbefragung

Anhang D: Instruktionen

1. Deutschsprachige Version
2. Englischsprachige Version

Anhang A: Gegenüberstellung der verwendeten Schilder nach Hintergrund und Bedingung

Tab. 8:

Gegenüberstellung der Schilder mit ihren jeweiligen Hintergründen in den beiden Bedingungen sowie aufgeschlüsselt nach Zielangabe und Schilderart

Bezeichnung	Bedingung 1		Bedingung 2	
	P	V	P	V
AG2				
AG4				

AR1



AR2



IG1



IR1



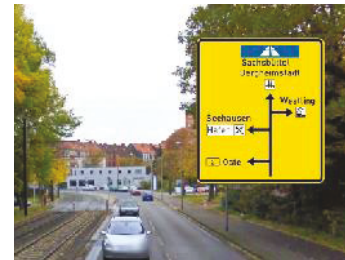
IR2



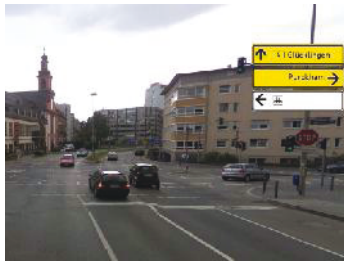
LG1



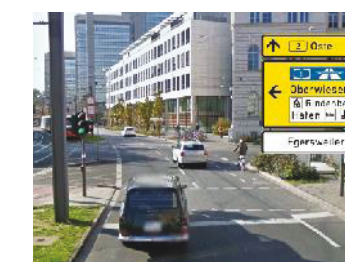
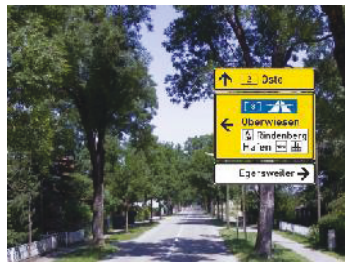
LG2



LL1



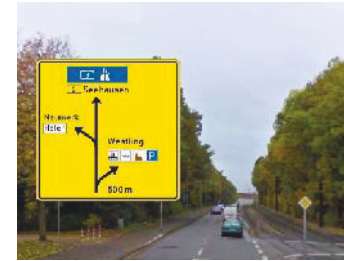
LL2



LR1



LR2



Anmerkungen. Jedes Schild war durch einen Code eindeutig erkennbar. Der Code bestand aus vier Stellen. An erster Stelle wurde spezifiziert, ob es sich bei der Zielangabe auf dem Schild um ein Piktogramm oder eine verbale Zielangabe handelte (P = Piktogramm, V = Verbale Zielangabe). Anhand der zweiten Stelle ließ sich die Schilderart erkennen. Dabei stand „A“ für „Autobahn“, „L“ (in der Tabelle jeweils an erster Stelle in Spalte 1) für „Landstraße“ und „I“ für „Innerorts“. Die dritte Stelle kodierte die Richtung, in der die Zielangabe zu finden war (L [in der Tabelle jeweils an zweiter Stelle in Spalte 1] = Links, G = Geradeaus, R = Rechts). Zu den verwendeten Kombinationen der ersten drei Stellen waren jeweils zwei Schilder entworfen worden, weshalb die Ziffer an der vierten Stelle schließlich der Unterscheidung dieser beiden Schilder diene.

Anhang B: Statistische Analysen

1. Detaillierte Beschreibung der Datenorganisation

Der Experimentaldurchgang lieferte für die Reaktionszeiten metrische, die DirectRT pro Versuchsperson einzeln als Excel-Datei abspeicherte – im Ordner „data“ als Kurzversion und im Unterordner „log“ als Log-Datei. Um diese Dateien zusammenzufügen, wurde die Funktion „FileMerge“ von DirectRT durch Aufruf der Datei „filemerge.exe“ verwendet. Wichtig war dabei die Aktivierung des Häkchens „Skip header row after first file“ unter „Options“, um zu vermeiden, dass die erste Zeile der Excel-Dateien, die bei jeder Versuchsperson jeweils die Variablenlabels enthielt, mehrfach auftauchte. Die Ausführung des Befehls „Merge Files!“ fasste die Daten aller Proband*innen in einer einzigen Text-Datei (*.txt) zusammen. Diese Textdatei musste anschließend kopiert und in Excel eingefügt werden. Aufgrund der Trennzeicheneinstellungen in Excel waren nun alle Daten untereinander in der ersten Spalte abgespeichert, was mit dem Befehl „Text in Spalten“ in der Registerkarte „Daten“ im Reiter „Daten-Tools“ geändert werden musste. Dabei musste im erscheinenden Dialogfenster „Getrennt“ und anschließend „Komma“ statt „Tabulator“ als Trennzeichen angegeben werden. Nun wurde die entstandene Datei im mit SPSS kompatiblen *.csv-Format gespeichert, die Daten kopiert und in eine neuen Excel-Datei eingefügt, wo anschließend überflüssige Informationen gelöscht wurden. Auf diese Weise konnte der bereinigte Datensatz zusätzlich zum Originaldatensatz gesichert werden. Gelöscht wurden im bereinigten Datensatz die Spalten „Date“, „Time“, „File“, „Block“, „Trial“, „Order“, „Correct“¹, „Started@“, „LoadTime“, „TotalInt“, „Stim1“ bis „Stim32“ sowie „Time1“ bis „Time32“.

Da DirectRT bei jeder Versuchsperson pro Stimulus eine eigene Zeile mit den entsprechenden Daten zu Reaktionszeit, Name der gedrückten Taste etc. anlegte und somit pro Proband*in 32 Zeilen untereinander in der Excel-Datei enthalten waren, war es aus Gründen der Übersichtlichkeit nötig, diese Zahl von 3232 Zeilen (= 32 Zeilen pro Versuchsperson x 101 Versuchspersonen) auf 101 Zeilen (= 101 Versuchspersonen) zu reduzieren und stattdessen um einige Spalten zu erweitern, damit alle Daten zu einer Versuchsperson übersichtlich in einer Zeile in verschiedenen Spalten organisiert werden konnten. Um dies zu erreichen, musste die bereinigte Excel-Datei in SPSS importiert und mittels des Befehls „Umstrukturieren ausgewählter Fälle in Variablen“ mit der Versuchspersonennummer als ID-Variable umstrukturiert

¹ Auf Nachfrage erläuterte der Hersteller des Programms DirectRT, Empirisoft, dass die Spalte „Correct“ nur in Single Response Trials, nicht aber in Multiple Response Trials zuverlässig die Richtigkeit der Taste, die eine Versuchsperson im Experiment drückte, angebe.

werden. Anschließend wurde diese Datei mit den Daten der Vorbefragung zusammengefügt. Die Variablen Resp.1 bis Resp.32 waren für die weiteren Analysen nicht nötig; da sie aber die Zahlencodes (21 für „geradeaus“, 33 für „links“, 36 für „rechts“ und 57 für „weiß nicht“) der Tasten, die die Versuchspersonen im Experiment gedrückt hatten, enthielten, blieben sie im Datensatz als Rückversicherung erhalten. Die Variablen Name.1 bis Name.32 enthielten die Namen der Tasten, welche die Proband*innen bei der Präsentation eines Stimulus gedrückt hatten.² Anschließend wurden die Variablen Name.1 bis Name.32, die die Namen der Tasten, die die Proband*innen bei jedem Schild gedrückt hatten, mit dem Syntax-Befehl „Recode“ umkodiert in die neuen Variablen NewName.1 bis NewName.32, wobei die korrekte Antwort jeweils mit einer „1“, eine falsche Antwort mit einer „0“ und die Angabe von „weiß nicht“ mit „-1“ versehen wurde. Anschließend wurde das Variablenmaß der Variablen NewName.1 bis NewName.32 auf ein nominales Niveau festgelegt und zur besseren Übersichtlichkeit die Wertelabels „weiß nicht“ für -1, „falsch“ für 0 und „richtig“ für 1 eingeführt. Mit dem Befehl „Count“ wurden im Anschluss alle Fälle gezählt, in denen in den Variablen NewName.1 bis NewName.32 eine 1 und damit eine richtige Antwort vorkam; dies lieferte die Zahl absolut richtiger Antworten in der Variable „absolut_korrekt“. Aus ihr ließ sich durch Division mit 32, der Anzahl der insgesamt möglichen richtigen Schilder, der Prozentsatz richtiger Antworten in der Variable „Prozent_korr“ berechnen. Das gleiche Vorgehen wurde zur Ermittlung der Variablen „Prozent_korr_P“ für den Prozentsatz richtiger Antworten bei Piktogrammen bzw. „Prozent_korr_V“ für den Prozentsatz richtiger Antworten bei verbalen Zielangaben angewandt. Anschließend wurden mit der Funktion „Variable berechnen“ noch die mittlere Reaktionszeit einer jeden Versuchsperson insgesamt sowie die mittleren Reaktionszeiten bei Piktogrammen bzw. verbalen Zielangaben durch Aufaddierung aller Schilder berechnet, bei denen die Zielangabe symbolisch bzw. verbal war und Teilung dieses Wertes durch die Zahl der Schilder, also 32 für die mittlere Reaktionszeit insgesamt bzw. 16 für Piktogramme/ verbale Zielangaben.

² Die Taste „Z“, die im Versuch als Indikator für die Geradeausrichtung diente, wurde in den Daten als „Y“ gespeichert, da DirectRT ein englischsprachiges Programm ist und in diesem Sprachraum Z und Y im Vergleich zur deutschen Tastatur vertauscht sind.

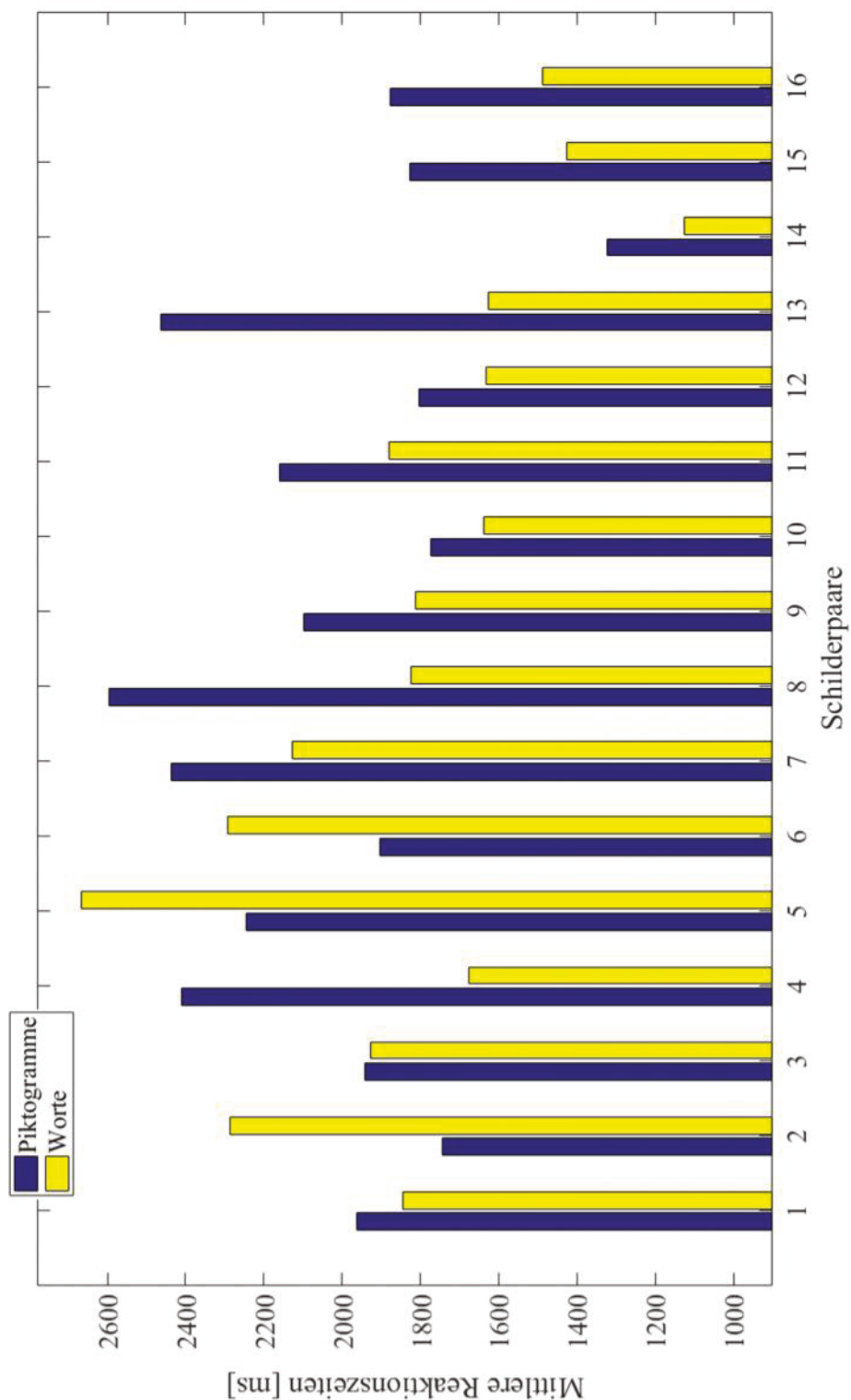


Abb. 7: Mittlere Reaktionszeiten der Proband*innen bei symbolischen bzw. verbalen Zielangaben. Auf der x-Achse wurden die Daten nach Schilderpaaren zusammengefasst. Dabei besteht ein Schilderpaar jeweils aus einem symbolischen Schild sowie seinem verbalen Gegenstück, das sich vom symbolischen Schild nur durch einen Austausch des Piktogramms gegen eine verbale Zielangabe unterscheidet. Im Folgenden werden die zu jedem Schilderpaar gehörenden Wegweiser nacheinander genannt, wobei jeweils zuerst das Schild mit einer symbolischen und anschließend das Schild mit einer verbalen Zielangabe aufgezählt wird: Schilderpaar 1 – 1/11, 2 – 29/2, 3 – 18/3, 4 – 4/22, 5 – 8/5, 6 – 21/6, 7 – 7/17, 8 – 9/28, 9 – 10/19, 10 – 12/30, 11 – 13/31, 12 – 20/14, 13 – 15/26, 14 – 16/24, 15 – 27/23, 16 – 25/32. Die zugehörigen Standardabweichungen sind dem Anhang 18 zu entnehmen.

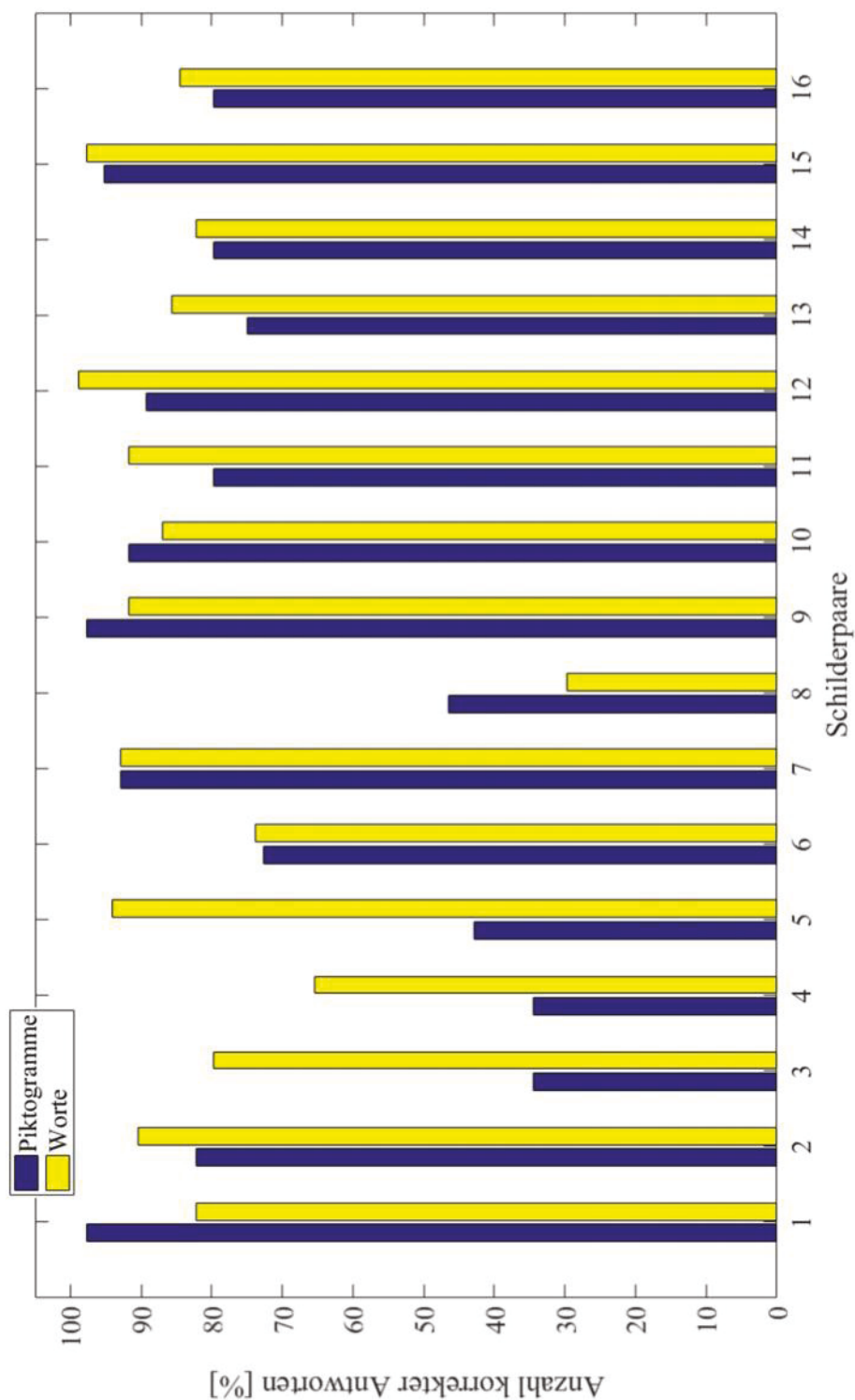


Abb. 8: Prozentsatz korrekter Antworten der Proband*innen bei symbolischen bzw. verbalen Zielangaben. Auf der x-Achse wurden die Daten nach Schilderpaaren zusammengefasst. Dabei besteht ein Schilderpaar jeweils aus einem symbolischen Schild sowie seinem verbalen Gegenstück, das sich vom symbolischen Schild nur durch einen Austausch des Piktogramms gegen eine verbale Zielangabe unterscheidet. Im Folgenden werden die zu jedem Schilderpaar gehörenden Wegweiser nacheinander genannt, wobei jeweils zuerst das Schild mit einer symbolischen und anschließend das Schild mit einer verbalen Zielangabe aufgezählt wird: Schilderpaar 1 – 1/11, 2 – 29/2, 3 – 18/3, 4 – 4/22, 5 – 8/5, 6 – 21/6, 7 – 7/17, 8 – 9/28, 9 – 10/19, 10 – 12/30, 11 – 13/31, 12 – 20/14, 13 – 15/26, 14 – 16/24, 15 – 27/23, 16 – 25/32.

2. Detaillierte Beschreibung der Schwierigkeiten der Proband*innen im Versuch

45 Versuchsteilnehmer*innen berichteten keine Schwierigkeiten im Versuch; 16 waren die jeweiligen Präsentationszeiten der einzelnen Schilder zu schnell. Vier Personen beklagten den Wechsel zwischen symbolischen und verbalen Zielangaben, drei bemängelten zu viele Informationen pro Schild. Zwei Proband*innen hatten Probleme bei der Platzierung ihrer Finger auf den vorhergesehenen Tasten, zwei weitere empfanden die Schilder als überfrachtet mit zu vielen Informationen in zu kurzer Zeit. Zwei Proband*innen beklagten die nicht vorhandene Erholungszeit zwischen den Schildern und damit die schnelle Neufokussierung und Bildfolge. Weitere zwei Versuchspersonen hatten technische Probleme. Eine Versuchsperson wurde durch andere anwesende Personen abgelenkt, eine andere fand die verwendeten Piktogramme zu klein. Eine Versuchsperson fand die Kombinationen von Zielangaben auf den Schildern unlogisch (z.B. Tankstelle und Industriegebiet in einer Richtung), eine andere verwechselte Bahnhof und Industriegebiet. Zu schnell bei anfänglichen Konzentrations- und Verständnisproblemen empfand den Versuch eine Person, eine andere vertippte sich teilweise. Eine Person fand die Schilder unübersichtlich und den Schriftzug schwer identifizierbar. Eine Versuchsperson gab an, dass ihre Muttersprache nicht Deutsch war und sie aufgrund von Schwierigkeiten mit den verbalen Zielangaben diese nicht als erstes analysieren konnte, sondern stattdessen mit den Piktogrammen vorlieb nehmen musste.

3. Überprüfung der abhängigen Variablen auf Normalverteilung

Tab. 9:

Tests auf Normalverteilung der abhängigen Variablen im bereinigten Datensatz aufgeschlüsselt nach der unabhängigen Variable „Muttersprache“

	Muttersprache	Kolmogorow-Smirnow		Shapiro-Wilk			
		Stastistik	Freiheitsgrade	Signifikanzniveau	Stastistik	Freiheitsgrade	Signifikanzniveau
Prozentsatz korrekt	Deutsch	0,170	63	0,000	0,927	63	0,001
	Andere	0,210	21	0,016	0,934	21	0,162
Prozentsatz korrekt bei Piktogrammen	Deutsch	0,177	63	0,000	0,907	63	0,000
	Andere	0,161	21	0,163	0,949	21	0,320
Prozentsatz korrekt bei Wörtern	Deutsch	0,218	63	0,000	0,849	63	0,000
	Andere	0,236	21	0,004	0,847	21	0,004
Mittlere Reaktionszeit	Deutsch	0,138	63	0,004	0,917	63	0,000
	Andere	0,143	21	0,200*	0,935	21	0,173
Mittlere Reaktionszeit bei Piktogrammen	Deutsch	0,146	63	0,002	0,921	63	0,001
	Andere	0,112	21	0,200*	0,954	21	0,400
Mittlere Reaktionszeit bei Wörtern	Deutsch	0,139	63	0,004	0,893	63	0,000
	Andere	0,153	21	0,200*	0,926	21	0,115

Anmerkungen. $N_{\text{Gesamt}} = 84$, $N_{\text{Deutsche Muttersprache}} = 63$, $N_{\text{Andere Muttersprache}} = 21$.

Tab. 10:

Tests auf Normalverteilung der abhängigen Variablen im bereinigten Datensatz aufgeschlüsselt nach der unabhängigen Variable „Bedingung“

	Bedingung	Kolmogorow-Smirnow			Shapiro-Wilk		
		Statis- tik	Frei- heits- grade	Signi- fikanz niveau	Statis- tik	Frei- heits- grade	Signi- fikanz niveau
Prozentsatz kor- rekt	1	.172	43	.003	.917	43	.004
	2	.143	41	.034	.934	41	.020
Prozentsatz kor- rekt bei Piktogram- men	1	.173	43	.002	.904	43	.002
	2	.135	41	.060	.938	41	.028
Prozentsatz kor- rekt bei Wörtern	1	.202	43	.000	.795	43	.000
	2	.232	41	.000	.792	41	.000
Mittlere Reaktions- zeit	1	.176	43	.002	.898	43	.001
	2	.132	41	.070	.937	41	.024
Mittlere Reaktions- zeit bei Piktogram- men	1	.172	43	.003	.909	43	.002
	2	.130	41	.080	.948	41	.058
Mittlere Reaktions- zeit bei Wörtern	1	.147	43	.021	.882	43	.000
	2	.140	41	.043	.898	41	.001

Anmerkungen. $N_{\text{Gesamt}} = 84$, $N_{\text{Bed 1}} = 43$, $N_{\text{Bed 2}} = 41$.

4. Deskriptive Analyse der Variablen

Tab. 11:

Deskriptive Werte der kategorialen Variablen

		Bedin- gung	Ge- schlecht	Alkohol oder Drogen	Mutter- sprache	andere Sprache	Händig- keit	Sehhilfe	NewName.1
N	Gültig	84	84	84	84	21	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	63	0	0	0
Mittelwert		1.49	.44	0.00	1.25	3.76	.11	.57	.9762
Standardabweichung		.503	.499	0.000	.436	2.700	.311	.566	.21822
Minimum		1	0	0	1	1	0	0	-1.00
Maximum		2	1	0	2	9	1	3	1.00

Fortsetzung

		NewName.2	NewName.3	NewName.4	NewName.5	NewName.6	NewName.7	NewName.8
N	Gültig	84	84	84	84	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		.8214	.9048	.8214	.3452	.7976	.3452	.6548
Standardabweichung		.56314	.36797	.49481	.79901	.57623	.73622	.64926
Minimum		-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Maximum		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fortsetzung

		NewName.9	NewName.10	NewName.11	NewName.12	NewName.13	NewName.14	NewName.15
N	Gültig	84	84	84	84	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		.4286	.7262	.9405	.9286	.7381	.9286	.4643
Standardabweichung		.82558	.62770	.28417	.30203	.64227	.33959	.84235
Minimum		-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Maximum		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fortsetzung

		NewItem.16	NewItem.17	NewItem.18	NewItem.19	NewItem.20	NewItem.21	NewItem.22
N	Gültig	84	84	84	84	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		.9762	.2976	.9167	.9167	.7976	.8929	.8690
Standardabweichung		.15337	.80330	.31844	.38678	.55493	.43955	.45996
Minimum		0.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Maximum		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fortsetzung

		NewItem.23	NewItem.24	NewItem.25	NewItem.26	NewItem.27	NewItem.28	NewItem.29
N	Gültig	84	84	84	84	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		.9167	.9881	.7500	.8571	.7976	.8214	.9524
Standardabweichung		.35426	.10911	.57822	.49437	.57623	.54132	.21424
Minimum		-1.00	0.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.00
Maximum		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fortsetzung

		NewName.30	NewName.31	NewName.32	Hypothese	Strategie	Schwierigkeiten
N	Gültig	84	84	84	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		.9762	.7976	.8452	3.95	2.02	3.18
Standardabweichung		.15337	.57623	.50286	3.478	3.046	4.483
Minimum		0.00	-1.00	-1.00	0	0	0
Maximum		1.00	1.00	1.00	11	13	17

Tab. 12:

Deskriptive Werte der ordinalen Variablen

		konzentriert	ausgeruht	gelangweilt	interessiert	müde	motiviert	jährliche Fahrleistung
N	Gültig	84	84	84	84	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	0	0	0
Median		3.00	3.00	2.00	4.00	2.00	4.00	1.00
Standardabweichung		.861	.924	.822	.770	1.039	.830	1.158
Minimum		1	1	1	2	1	2	1
Maximum		5	5	4	5	5	5	5

Tab. 13:

Deskriptive Werte der metrischen Variablen

		RT.1	RT.2	RT.3	RT.4	RT.5	RT.6	RT.7
N	Gültig	84	84	84	84	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		1962.18	2285.57	1928.02	2411.18	2665.96	2292.81	2436.35
Median		1860.00	2071.00	1693.50	2094.00	2325.00	2060.50	2124.00
Modalwert		878 ^a	2240	1435 ^a	1645	2550	1726	3019
Standardabweichung		1036.697	912.789	702.187	1499.025	2207.720	1855.819	1082.617
Varianz		1074740.558	833183.091	493067.228	2247075.980	4874025.866	3444062.807	1172060.036
Schiefe		2.670	1.741	.964	4.898	5.557	6.563	1.642
Standardfehler der Schiefe		.263	.263	.263	.263	.263	.263	.263
Kurtosis		12.513	4.551	.103	33.291	37.609	50.585	3.356
Standardfehler der Kurtosis		.520	.520	.520	.520	.520	.520	.520
Bereich		7209	5708	2822	13183	17926	15999	5464
Minimum		719	445	1074	97	1026	1133	986
Maximum		7928	6153	3896	13280	18952	17132	6450

Fortsetzung

		RT.9	RT.10	RT.11	RT.12	RT.13	RT.14	RT.15
N	Gültig	84	84	84	84	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		2594.38	2097.30	1845.10	1774.62	2158.70	1632.32	2462.30
Median		2293.50	1752.00	1535.50	1618.50	2068.00	1453.00	2215.50
Modalwert		1214 ^a	1400 ^a	1465 ^a	1253 ^a	1602	837 ^a	1953 ^a
Standardabweichung		1912.161	1269.533	828.513	683.015	945.023	642.061	979.866
Varianz		3656361.419	1611714.212	686433.220	466509.901	893068.477	412241.715	960136.501
Schiefe		6.025	3.042	1.447	1.130	2.643	1.505	1.356
Standardfehler der Schiefe		.263	.263	.263	.263	.263	.263	.263
Kurtosis		45.227	11.724	2.079	1.591	9.500	3.317	1.838
Standardfehler der Kurtosis		.520	.520	.520	.520	.520	.520	.520
Bereich		16294	7402	4294	3651	5578	3562	4438
Minimum		1214	969	860	469	1034	837	1137
Maximum		17508	8371	5154	4120	6612	4399	5575

Fortsetzung

		RT.16	RT.17	RT.18	RT.19	RT.20	RT.22	RT.23
N	Gültig	84	84	84	84	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		1322.31	2127.39	1941.56	1810.67	1803.57	1676.89	1425.90
Median		1093.00	2156.00	1617.00	1796.50	1599.50	1522.50	1298.50
Modalwert		1016	2120 ^a	250 ^a	1287	1280	1276 ^a	1309
Standardabweichung		722.828	674.846	1074.459	586.696	826.033	645.229	510.954
Varianz		522480.963	455416.820	1154461.141	344212.056	682329.838	416319.928	261074.184
Schiefe		3.394	.873	2.924	.708	1.883	1.616	1.353
Standardfehler der Schiefe		.263	.263	.263	.263	.263	.263	.263
Kurtosis		19.404	3.151	14.734	.633	6.174	4.106	3.494
Standardfehler der Kurtosis		.520	.520	.520	.520	.520	.520	.520
Bereich		5815	4168	8146	2901	5371	4035	3496
Minimum		140	934	250	905	203	237	102
Maximum		5955	5102	8396	3806	5574	4272	3598

Fortsetzung

		RT.16	RT.17	RT.18	RT.19	RT.20	RT.22	RT.23
N	Gültig	84	84	84	84	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		1322.31	2127.39	1941.56	1810.67	1803.57	1676.89	1425.90
Median		1093.00	2156.00	1617.00	1796.50	1599.50	1522.50	1298.50
Modalwert		1016	2120 ^a	250 ^a	1287	1280	1276 ^a	1309
Standardabweichung		722.828	674.846	1074.459	586.696	826.033	645.229	510.954
Varianz		522480.963	455416.820	1154461.141	344212.056	682329.838	416319.928	261074.184
Schiefe		3.394	.873	2.924	.708	1.883	1.616	1.353
Standardfehler der Schiefe		.263	.263	.263	.263	.263	.263	.263
Kurtosis		19.404	3.151	14.734	.633	6.174	4.106	3.494
Standardfehler der Kurtosis		.520	.520	.520	.520	.520	.520	.520
Bereich		5815	4168	8146	2901	5371	4035	3496
Minimum		140	934	250	905	203	237	102
Maximum		5955	5102	8396	3806	5574	4272	3598

Fortsetzung

		RT.24	RT.25	RT.26	RT.27	RT.28	RT.29	RT.30	RT.31
N	Gültig	84	84	84	84	84	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		1125.90	1877.26	1625.83	1825.45	1824.81	1724.77	1637.57	1879.21
Median		984.00	1734.00	1476.50	1599.00	1725.00	1446.00	1369.50	1700.00
Modalwert		963 ^a	2191 ^a	1362 ^a	1117 ^a	1157 ^a	2418	1272	1348 ^a
Standardabweichung		473.430	737.079	584.023	704.961	668.715	807.291	691.624	801.819
Varianz		224136.208	543285.039	341083.056	496970.492	447179.795	651719.069	478343.139	642914.387
Schiefe		1.457	1.989	1.107	1.350	1.332	.904	1.454	3.617
Standardfehler der Schiefe		.263	.263	.263	.263	.263	.263	.263	.263
Kurtosis		2.137	7.255	1.840	2.272	2.364	-.134	1.963	18.306
Standardfehler der Kurtosis		.520	.520	.520	.520	.520	.520	.520	.520
Bereich		2504	4710	3192	3401	3603	3577	3353	5804
Minimum		99	912	785	843	840	467	788	984
Maximum		2603	5622	3977	4244	4443	4044	4141	6788

Fortsetzung

		RT.32	Alter	Schlaf nor- malerweise	Schlaf heute	andere Sprache seit wann	Deutschland seit wann	Mittlere Reakti- onszeit
N	Gültig	84	84	84	84	21	21	84
	Fehlend	0	0	0	0	63	63	0
Mittelwert		1488.68	27.88	7.560	7.351	8.619	6.8452	1931.6849
Median		1221.50	24.00	7.750	7.000	5.000	2.0000	1834.8438
Modalwert		929 ^a	21	8.0	7.0	3.0	2.00	1222.84 ^a
Standardabweichung		681.248	13.192	.9197	1.2558	11.7281	12.23838	484.64973
Varianz		464098.703	174.034	.846	1.577	137.548	149.778	234885.364
Schiefe		1.032	2.615	.059	.295	2.729	2.814	.963
Standardfehler der Schiefe		.263	.263	.263	.263	.501	.501	.263
Kurtosis		-.045	6.863	.342	1.918	6.952	7.189	.505
Standardfehler der Kurtosis		.520	.520	.520	.520	.972	.972	.520
Bereich		2724	69	5.0	8.0	46.0	46.25	2273.50
Minimum		663	18	5.0	4.0	1.0	.75	1222.84
Maximum		3387	87	10.0	12.0	47.0	47.00	3496.34

Fortsetzung

		Mittlere Reaktions- zeit Piktogramm	Mittlere Reaktions- zeit Verbal	Prozent korrekt	Prozent korrekt Piktogramme	Prozent korrekt Verbal
N	Gültig	84	84	84	84	84
	Fehlend	0	0	0	0	0
Mittelwert		2042.6682	1820.7016	.8583	.8281	.8884
Median		1912.5000	1719.7813	.8750	.8125	.9375
Modalwert		1917.06	1181.44 ^a	.88 ^a	.94	.94
Standardabweichung		543.17872	494.91512	.09437	.12152	.11925
Varianz		295043.120	244940.977	.009	.015	.014
Schiefe		.839	1.222	-.857	-.705	-1.647
Standardfehler der Schiefe		.263	.263	.263	.263	.263
Kurtosis		.095	1.393	.239	.170	2.703
Standardfehler der Kurtosis		.520	.520	.520	.520	.520
Bereich		2407.63	2350.94	.41	.50	.50
Minimum		1205.13	1181.44	.59	.50	.50
Maximum		3612.75	3532.38	1.00	1.00	1.00

Anmerkungen. a. Es sind mehrere Modi vorhanden. Der kleinste Wert wird angezeigt.

Tab. 14:

Mittlere Reaktionszeiten und Prozentsatz korrekter Antworten sowie entsprechende Standardabweichungen bei symbolischen bzw. verbalen Zielangaben

	Bedingung	Muttersprache	Mittelwert	Standardabweichung	H	
Mittlere Reaktionszeit [ms] bei Piktogrammen	1	Deutsch	1911,3	551,8	33	
		Andere	2385,7	598,0	10	
		Gesamt	2021,6	591,4	43	
	2	Gesamt	Deutsch	2000,1	451,1	30
			Andere	2241,0	582,3	11
			Gesamt	2064,7	493,9	41
		Gesamt	Deutsch	1953,6	504,3	63
			Andere	2309,9	579,6	21
			Gesamtsumme	2042,7	543,2	84
Mittlere Reaktionszeit [ms] bei verbalen Zielangaben	1	Deutsch	1704,6	437,5	33	
		Andere	2201,3	598,7	10	
		Gesamt	1820,1	517,5	43	
	2	Gesamt	Deutsch	1701,8	363,8	30
			Andere	2147,2	604,1	11
			Gesamt	1821,3	476,5	41
		Gesamt	Deutsch	1703,3	400,9	63
			Andere	2173,0	587,0	21
			Gesamtsumme	1820,8	495,0	84
Prozentsatz korrekter Antworten bei Piktogrammen	1	Deutsch	0,8466	0,1211	33	
		Andere	0,7750	0,1388	10	
		Gesamt	0,8299	0,1275	43	
	2	Gesamt	Deutsch	0,8292	0,1194	30
			Andere	0,8182	0,1134	11
			Gesamt	0,8262	0,1165	41
		Gesamt	Deutsch	0,8383	0,1197	63
			Andere	0,7976	0,1249	21
			Gesamtsumme	0,8281	0,1215	84

Fortsetzung

	Bedingung	Muttersprache	Mittelwert	Standardabweichung	H
Prozent- satz kor- rekter	1	Deutsch	0,9167	0,0727	33
		Andere	0,7625	0,1787	10
		Gesamt	0,8808	0,1233	43
Antworten bei verba- len Zielan- gaben	2	Deutsch	0,9167	0,0948	30
		Andere	0,8409	0,1515	11
		Gesamt	0,8963	0,1158	41
	Gesamt- summe	Deutsch	0,9167	0,0833	63
		Andere	0,8036	0,1657	21
		Gesamtsumme	0,8884	0,1193	84

5. Tests auf Varianzhomogenität

Tab. 15:

Tests auf Varianzhomogenität

		Levene- Statistik	df1	df2	Sig.
Prozent korrekt	Basierend auf Mittelwert	.146	1	82	.703
Piktogramme	Basierend auf Median	.125	1	82	.725
	Basierend auf dem Median und mit angepassten df	.125	1	80.353	.725
	Basierend auf getrimmtem Mittel- wert	.154	1	82	.696
Prozent korrekt	Basierend auf Mittelwert	.016	1	82	.898
Verbal	Basierend auf Median	.135	1	82	.714
	Basierend auf dem Median und mit angepassten df	.135	1	81.156	.714
	Basierend auf getrimmtem Mittel- wert	.050	1	82	.823
Mittlere Reakti- onszeit Pikto- gramme	Basierend auf Mittelwert	.843	1	82	.361
	Basierend auf Median	.461	1	82	.499
	Basierend auf dem Median und mit angepassten df	.461	1	79.255	.499
	Basierend auf getrimmtem Mittel- wert	.620	1	82	.433
Mittlere Reakti- onszeit Verbal	Basierend auf Mittelwert	.548	1	82	.461
	Basierend auf Median	.347	1	82	.557
	Basierend auf dem Median und mit angepassten df	.347	1	80.889	.557
	Basierend auf getrimmtem Mittel- wert	.451	1	82	.504

Anmerkungen. Berechnung für N = 84.

6. Korrelationen der abhängigen Variablen

Tab. 16:

Korrelationen der abhängigen Variablen untereinander

		Prozent korrekt Pikto- gramme	Prozent korrekt Verbal	Mittlere Reaktions- zeit Pikto- gramm	Mittlere Reaktions- zeit Verbal
Prozent kor- rekt Pikto- gramme	Pearson-Korrela- tion	1	.229*	-.557**	-.288**
	Sig. (2-seitig)		.036	.000	.008
	N	84	84	84	84
Prozent kor- rekt verbal	Pearson-Korrela- tion	.229*	1	-.174	-.415**
	Sig. (2-seitig)	.036		.114	.000
	N	84	84	84	84
Mittlere Re- aktionszeit Pikto- gramme	Pearson-Korrela- tion	-.557**	-.174	1	.743**
	Sig. (2-seitig)	.000	.114		.000
	N	84	84	84	84
Mittlere Re- aktionszeit Verbal	Pearson-Korrela- tion	-.288**	-.415**	.743**	1
	Sig. (2-seitig)	.008	.000	.000	
	N	84	84	84	84

*. Korrelation ist bei Niveau 0,05 signifikant (zweiseitig).

**. Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig).

7. Ergebnisse eines t-Tests bei verbundenen Stichproben über alle Proband*innen zur Veranschaulichung

a. Allgemein

Tab. 17:

Statistik für Stichproben mit paarigen Werten

		Mittelwert	H	Standardabweichung	Standardfehler Mittelwert
Paar Reaktionszeit	Mittlere Reaktionszeit Piktogramme	2042.6682	84	543.17872	59.26566
	Mittlere Reaktionszeit Verbal	1820.7016	84	494.91512	53.99967
Paar Korrektheit	Prozent korrekt Piktogramm	.8281	84	.12152	.01326
	Prozent korrekt Verbal	.8884	84	.11925	.01301

Tab. 18:

Korrelationen für Stichproben mit paarigen Werten

		H	Korrelation	Sig.
Paar Reaktionszeit	Mittlere Reaktionszeit Piktogramm & Mittlere Reaktionszeit Verbal	84	.743	.000
Paar Korrektheit	Prozent korrekt Piktogramm & Prozent korrekt Verbal	84	.229	.036

Tab. 19:

Test für Stichproben mit paarigen Werten

	Paarige Differenzen					t	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Unterer	Oberer			
Paar Reaktionszeit	221.97	374.74	40.89	140.64	303.29	5.43	83	.000
Paar Korrektheit	-.060	.15	.016	-.09	-.028	-3.70	83	.000

Anmerkungen. Paar 1: Mittlere Reaktionszeit Piktogramme – Mittlere Reaktionszeit Verbal.
 Paar 2: Prozent korrekt Piktogramm – Prozent korrekt Verbal. N = 84.

b. Einzelpaarvergleiche

Tab. 20:

Statistik für Stichproben mit paarigen Werten

Statistik für Stichproben mit paarigen Werten					
		Mittelwert	H	Standardabweichung	Standardfehler Mittelwert
Paar 1	RT.1	1962.18	84	1036.697	113.113
	RT.11	1845.10	84	828.513	90.398
Paar 2	RT.29	1724.77	84	807.291	88.083
	RT.2	2285.57	84	912.789	99.593
Paar 3	RT.18	1941.56	84	1074.459	117.233
	RT.3	1928.02	84	702.187	76.615
Paar 4	RT.4	2411.18	84	1499.025	163.557
	RT.22	1676.89	84	645.229	70.400
Paar 5	RT.8	2245.05	84	1094.853	119.458
	RT.5	2665.96	84	2207.720	240.882
Paar 6	RT.21	1904.29	84	816.442	89.081
	RT.6	2292.81	84	1855.819	202.486
Paar 7	RT.7	2436.35	84	1082.617	118.123
	RT.17	2127.39	84	674.846	73.632
Paar 8	RT.9	2594.38	84	1912.161	208.634
	RT.28	1824.81	84	668.715	72.963
Paar 9	RT.10	2097.30	84	1269.533	138.517
	RT.19	1810.67	84	586.696	64.014
Paar 10	RT.12	1774.62	84	683.015	74.523
	RT.30	1637.57	84	691.624	75.462
Paar 11	RT.13	2158.70	84	945.023	103.110
	RT.31	1879.21	84	801.819	87.486
Paar 12	RT.20	1803.57	84	826.033	90.128
	RT.14	1632.32	84	642.061	70.055
Paar 13	RT.15	2462.30	84	979.866	106.912
	RT.26	1625.83	84	584.023	63.722
Paar 14	RT.16	1322.31	84	722.828	78.867
	RT.24	1125.90	84	473.430	51.655
Paar 15	RT.27	1825.45	84	704.961	76.918
	RT.23	1425.90	84	510.954	55.750
Paar 16	RT.25	1877.26	84	737.079	80.422
	RT.32	1488.68	84	681.248	74.330

Anmerkungen. N = 84.

Tab. 21:

Korrelationen für Stichproben mit paarigen Werten

	H	Korrelation	Signifikanz
Paar 1: Schild 1 & 11	84	.623	.000
Paar 2: Schild 29 & 2	84	.364	.001
Paar 3: Schild 18 & 3	84	.425	.000
Paar 4: Schild 4 & 22	84	.130	.237
Paar 5: Schild 8 & 5	84	.038	.730
Paar 6: Schild 21 & 6	84	.270	.013
Paar 7: Schild 7 & 17	84	.246	.024
Paar 8: Schild 9 & 28	84	.025	.820
Paar 9: Schild 10 & 19	84	.249	.022
Paar 10: Schild 12 & 30	84	.494	.000
Paar 11: Schild 13 & 31	84	.401	.000
Paar 12: Schild 20 & 14	84	.290	.008
Paar 13: Schild 15 & 26	84	.185	.092
Paar 14: Schild 16 & 24	84	.361	.001
Paar 15: Schild 27 & 23	84	.250	.022
Paar 16: Schild 25 & 32	84	.221	.043

Anmerkungen. Das in den Zeile jeweils erstgenannte Schild hatte jeweils ein Piktogramm als Zielangabe, das zweitgenannte ein Wort. N = 84.

Tab. 22:

Test für Stichproben mit paarigen Werten

		Paarige Differenzen					t	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler Mittelwert	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Unterer	Oberer			
Paar 1	RT.1 - RT.11	117.083	831.274	90.699	-63.314	297.481	1.291	83	.200
Paar 2	RT.29 - RT.2	-560.798	973.581	106.226	-772.078	-349.518	-5.279	83	.000
Paar 3	RT.18 - RT.3	13.536	1002.880	109.423	-204.103	231.174	.124	83	.902
Paar 4	RT.4 - RT.22	734.286	1552.770	169.421	397.314	1071.257	4.334	83	.000
Paar 5	RT.8 - RT.5	-420.917	2426.514	264.754	-947.502	105.669	-1.590	83	.116
Paar 6	RT.21 - RT.6	-388.524	1814.209	197.946	-782.231	5.184	-1.963	83	.053
Paar 7	RT.7 - RT.17	308.952	1125.807	122.836	64.637	553.267	2.515	83	.014
Paar 8	RT.9 - RT.28	769.571	2009.704	219.277	333.439	1205.704	3.510	83	.001
Paar 9	RT.10 - RT.19	286.631	1259.062	137.375	13.398	559.864	2.086	83	.040
Paar 10	RT.12 - RT.30	137.048	691.672	75.468	-13.054	287.150	1.816	83	.073
Paar 11	RT.13 - RT.31	279.488	963.221	105.096	70.456	488.520	2.659	83	.009
Paar 12	RT.20 - RT.14	171.250	887.372	96.820	-21.322	363.822	1.769	83	.081

Fortsetzung

		Paarige Differenzen					t	df	Sig. (2-
		Mittelwert	Standardab-	Standardfehler	95% Konfidenzintervall der Diffe-				seitig)
			weichung	Mittelwert	renz				
					Unterer	Oberer			
Paar 13	RT.15 - RT.26	836.464	1043.903	113.899	609.923	1063.005	7.344	83	.000
Paar 14	RT.16 - RT.24	196.405	707.011	77.141	42.974	349.836	2.546	83	.013
Paar 15	RT.27 - RT.23	399.548	760.198	82.944	234.575	564.521	4.817	83	.000
Paar 16	RT.25 - RT.32	388.583	886.227	96.695	196.260	580.906	4.019	83	.000

Anmerkungen. N = 84.

8. Ergebnisse der Varianzanalyse

Tab. 23:

Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

	F	df1	df2	Sig.		F	df1	df2	Sig.
RT.1	2.680	3	80	.052	NewItem.1	9.650	3	80	.000
RT.11	1.643	3	80	.186	NewItem.11	11.451	3	80	.000
RT.29	4.975	3	80	.003	NewItem.29	1.432	3	80	.240
RT.2	.863	3	80	.464	NewItem.2	18.969	3	80	.000
RT.18	1.647	3	80	.185	NewItem.18	1.045	3	80	.377
RT.3	2.218	3	80	.092	NewItem.3	31.569	3	80	.000
RT.4	1.609	3	80	.194	NewItem.4	12.006	3	80	.000
RT.22	1.873	3	80	.141	NewItem.22	7.139	3	80	.000
RT.8	1.158	3	80	.331	NewItem.8	2.421	3	80	.072
RT.5	.729	3	80	.537	NewItem.5	.350	3	80	.789
RT.21	.607	3	80	.612	NewItem.21	7.858	3	80	.000
RT.6	5.631	3	80	.001	NewItem.6	11.362	3	80	.000
RT.7	1.533	3	80	.212	NewItem.7	.436	3	80	.728
RT.17	1.802	3	80	.153	NewItem.17	1.612	3	80	.193
RT.9	6.265	3	80	.001	NewItem.9	3.786	3	80	.014
RT.28	2.055	3	80	.113	NewItem.28	2.406	3	80	.073
RT.10	.724	3	80	.541	NewItem.10	4.643	3	80	.005
RT.19	.076	3	80	.973	NewItem.19	3.389	3	80	.022
RT.12	.620	3	80	.604	NewItem.12	2.444	3	80	.070
RT.30	2.462	3	80	.069	NewItem.30	3.626	3	80	.016
RT.13	2.210	3	80	.093	NewItem.13	17.276	3	80	.000
RT.31	2.254	3	80	.088	NewItem.31	.038	3	80	.990
RT.20	.636	3	80	.594	NewItem.20	2.882	3	80	.041
RT.14	.532	3	80	.661	NewItem.14	14.697	3	80	.000
RT.15	.492	3	80	.689	NewItem.15	.566	3	80	.639
RT.26	1.694	3	80	.175	NewItem.26	1.765	3	80	.160

Fortsetzung

	F	df1	df2	Sig.		F	df1	df2	Sig.
RT.16	4.517	3	80	.006	 newName.16	2.958	3	80	.037
RT.24	5.645	3	80	.001	 newName.24	1.433	3	80	.239
RT.25	7.075	3	80	.000	 newName.25	5.815	3	80	.001
RT.23	4.081	3	80	.009	 newName.23	15.286	3	80	.000
RT.27	1.945	3	80	.129	 newName.27	2.001	3	80	.120
RT.32	2.819	3	80	.044	 newName.32	3.294	3	80	.025

Anmerkungen. Testet die Nullhypothese, dass die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist. a. Design: Konstanter Term + Alter + Geschlecht + km + Sprache + Bedingung + Sprache * Bedingung. Innersubjekttdesign: Schild + Zielangabe + Schild * Zielangabe. N = 84.

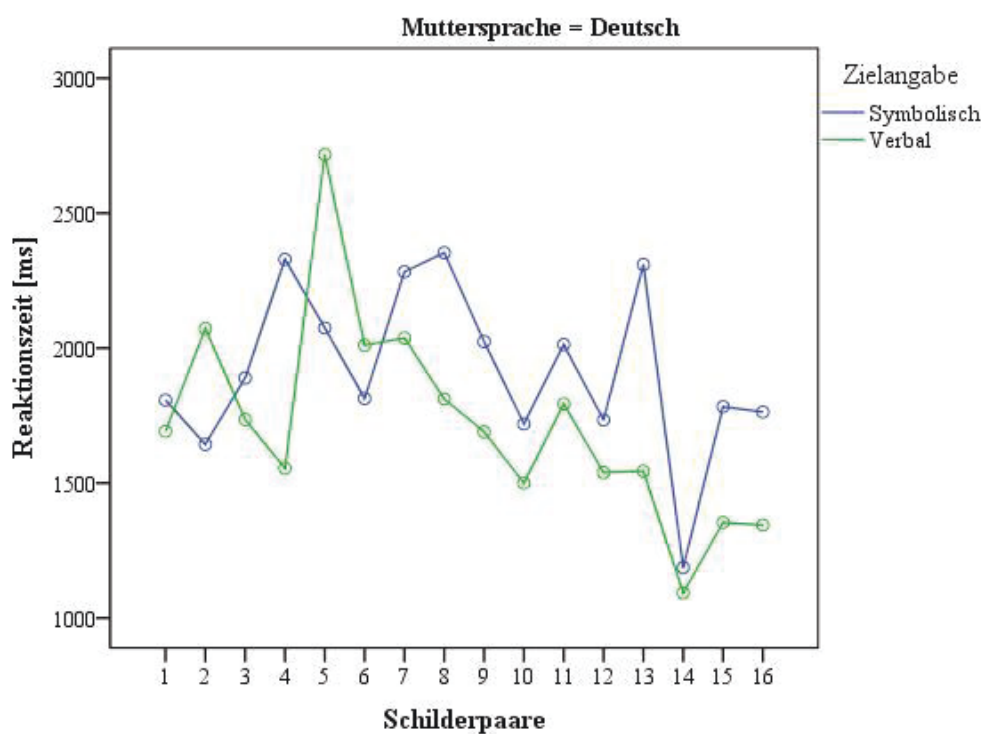


Abb. 10: Interaktion von Muttersprache, Zielangabe und Schild für Muttersprache = Deutsch und Reaktionszeit unter Berücksichtigung der Kovariaten.

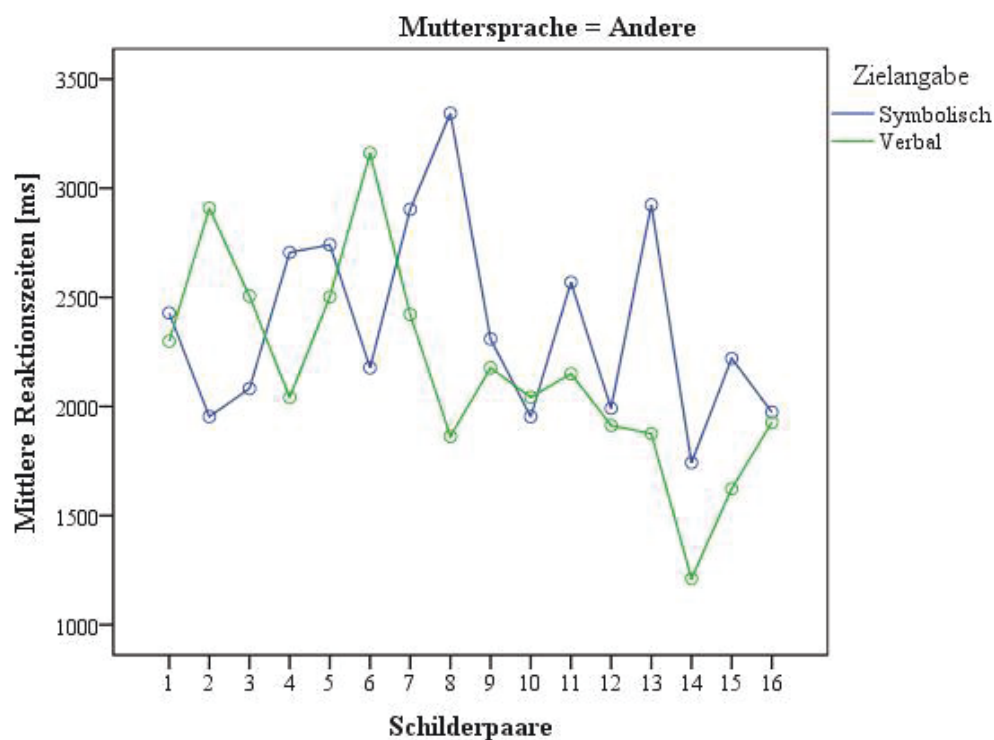


Abb. 11: Interaktion von Muttersprache, Zielangabe und Schild für Muttersprache = Andere und Reaktionszeit unter Berücksichtigung der Kovariaten.

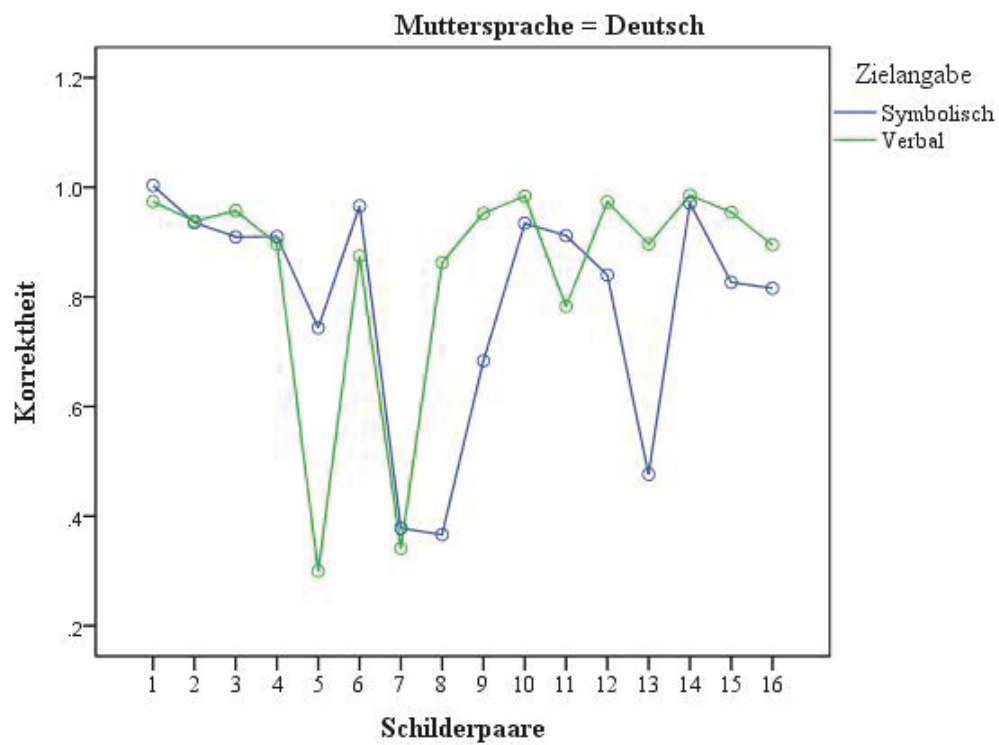


Abb. 12: Interaktion von Muttersprache, Zielangabe und Schild für Muttersprache = Deutsch und Korrektheit unter Berücksichtigung der Kovariaten.

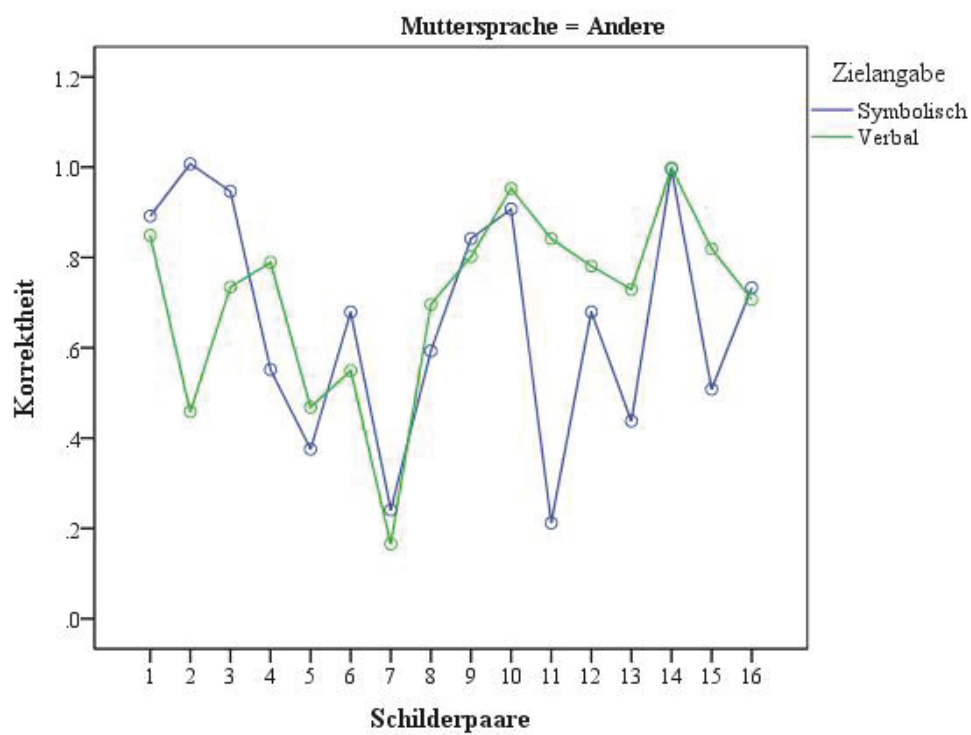


Abb. 13: Interaktion von Muttersprache, Zielangabe und Schild für Muttersprache = Andere und Korrektheit unter Berücksichtigung der Kovariaten.

Tab. 24:

Interaktionen von Muttersprache, Schild und Zielangabe

Maß			Mittelwert	Standardfehler	90 % Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Re- akti- ons- zeit	Deutsch	1	1807.415 ^a	122.911	1602.782	2012.047
		2	1691.774 ^a	96.191	1531.626	1851.921
		2	1643.337 ^a	99.916	1476.989	1809.685
		2	2072.814 ^a	97.845	1909.914	2235.714
		3	1889.293 ^a	131.327	1670.649	2107.937
		2	1735.506 ^a	75.004	1610.633	1860.380
		4	2329.239 ^a	189.467	2013.798	2644.681
		2	1554.498 ^a	78.885	1423.163	1685.833
		5	2074.663 ^a	132.537	1854.005	2295.321
		2	2716.191 ^a	268.651	2268.919	3163.464
		6	1813.364 ^a	100.258	1646.446	1980.283
		2	2010.373 ^a	206.141	1667.172	2353.574
		7	2283.029 ^a	129.529	2067.379	2498.679
		2	2037.484 ^a	82.564	1900.025	2174.944
		8	2353.344 ^a	235.988	1960.451	2746.236
		2	1811.403 ^a	86.383	1667.586	1955.221
		9	2024.414 ^a	144.848	1783.259	2265.570
		2	1689.907 ^a	71.116	1571.506	1808.307
		10	1719.422 ^a	75.757	1593.296	1845.548
		2	1499.611 ^a	80.791	1365.104	1634.119
		11	2013.220 ^a	112.876	1825.295	2201.146
		2	1793.494 ^a	100.492	1626.187	1960.802
		12	1733.522 ^a	103.952	1560.455	1906.590
		2	1538.884 ^a	75.947	1412.441	1665.327
	13	2309.901 ^a	103.148	2138.172	2481.629	
	2	1544.202 ^a	73.722	1421.463	1666.941	

Fortsetzung

Maß			Mittelwert	Standardfehler	90 % Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
	14	1	1186.721 ^a	87.392	1041.222	1332.219
		2	1093.145 ^a	56.526	999.036	1187.254
	15	1	1783.022 ^a	86.012	1639.821	1926.222
		2	1354.478 ^a	63.193	1249.269	1459.688
	16	1	1763.063 ^a	85.345	1620.973	1905.153
		2	1344.327 ^a	78.325	1213.926	1474.729
Andere	1	1	2428.400 ^a	214.120	2071.915	2784.885
		2	2298.847 ^a	167.573	2019.858	2577.836
	2	1	1953.737 ^a	174.061	1663.946	2243.528
		2	2909.232 ^a	170.453	2625.448	3193.016
	3	1	2082.544 ^a	228.781	1701.649	2463.439
		2	2505.774 ^a	130.663	2288.235	2723.313
	4	1	2705.843 ^a	330.066	2156.321	3255.366
		2	2041.446 ^a	137.424	1812.650	2270.241
	5	1	2741.254 ^a	230.889	2356.851	3125.658
		2	2502.674 ^a	468.010	1723.491	3281.856
	6	1	2177.263 ^a	174.658	1886.478	2468.047
		2	3161.123 ^a	359.113	2563.241	3759.005
	7	1	2903.381 ^a	225.649	2527.701	3279.060
		2	2421.724 ^a	143.833	2182.260	2661.189
	8	1	3343.626 ^a	411.109	2659.177	4028.074
		2	1862.836 ^a	150.485	1612.295	2113.377
	9	1	2309.614 ^a	252.336	1889.503	2729.725
		2	2177.368 ^a	123.890	1971.106	2383.631
	10	1	1953.242 ^a	131.974	1733.521	2172.964
		2	2042.549 ^a	140.744	1808.227	2276.871
	11	1	2569.121 ^a	196.638	2241.741	2896.501
		2	2150.360 ^a	175.065	1858.898	2441.822

Fortsetzung

Maß			Mittelwert	Standardfehler	90 % Konfidenzintervall		
					Untergrenze	Obergrenze	
	12	1	1991.835 ^a	181.092	1690.338	2293.332	
		2	1912.823 ^a	132.306	1692.549	2133.096	
	13	1	2924.151 ^a	179.691	2624.986	3223.315	
		2	1875.514 ^a	128.430	1661.693	2089.334	
	14	1	1742.373 ^a	152.244	1488.904	1995.842	
		2	1210.477 ^a	98.472	1046.532	1374.421	
	15	1	1973.986 ^a	149.840	1724.519	2223.452	
		2	1623.322 ^a	110.088	1440.038	1806.605	
	16	1	2220.168 ^a	148.678	1972.637	2467.699	
		2	1927.575 ^a	136.447	1700.406	2154.744	
Korrektheit	Deutsch	1	1	1.003 ^a	.026	.960	1.047
			2	.974 ^a	.034	.917	1.031
		2	1	.936 ^a	.026	.893	.978
			2	.938 ^a	.067	.827	1.049
		3	1	.909 ^a	.040	.844	.975
			2	.957 ^a	.042	.888	1.027
		4	1	.910 ^a	.057	.816	1.004
			2	.897 ^a	.056	.803	.991
		5	1	.743 ^a	.080	.610	.877
			2	.300 ^a	.101	.131	.468
		6	1	.966 ^a	.051	.882	1.050
			2	.875 ^a	.070	.759	.990
		7	1	.378 ^a	.093	.223	.533
			2	.341 ^a	.101	.173	.509
		8	1	.366 ^a	.100	.199	.533
			2	.863 ^a	.068	.749	.976
		9	1	.683 ^a	.081	.549	.818
			2	.953 ^a	.049	.871	1.035

Fortsetzung

Maß			Mittelwert	Standardfehler	90 % Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
	10	1	.934 ^a	.036	.875	.994
		2	.984 ^a	.019	.952	1.016
	11	1	.912 ^a	.072	.793	1.031
		2	.783 ^a	.074	.660	.906
	12	1	.840 ^a	.071	.721	.959
		2	.973 ^a	.039	.909	1.038
	13	1	.477 ^a	.108	.297	.656
		2	.897 ^a	.062	.793	1.000
	14	1	.971 ^a	.019	.939	1.003
		2	.985 ^a	.014	.962	1.009
	15	1	.827 ^a	.072	.706	.947
		2	.954 ^a	.043	.882	1.027
	16	1	.816 ^a	.073	.694	.937
		2	.895 ^a	.064	.788	1.001
Andere	1	1	.892 ^a	.046	.816	.968
		2	.849 ^a	.060	.749	.948
	2	1	1.007 ^a	.045	.933	1.081
		2	.458 ^a	.116	.265	.652
	3	1	.946 ^a	.069	.832	1.061
		2	.734 ^a	.073	.613	.856
	4	1	.552 ^a	.098	.388	.716
		2	.789 ^a	.098	.626	.953
	5	1	.375 ^a	.139	.143	.608
		2	.468 ^a	.176	.175	.761
	6	1	.679 ^a	.088	.533	.826
		2	.549 ^a	.121	.347	.751
	7	1	.241 ^a	.162	-.029	.510
		2	.165 ^a	.175	-.127	.458

Fortsetzung

Maß		Mittelwert	Standardfehler	90 % Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
8	1	.593 ^a	.175	.301	.884
	2	.696 ^a	.119	.498	.894
9	1	.842 ^a	.141	.607	1.076
	2	.802 ^a	.085	.660	.944
10	1	.907 ^a	.063	.803	1.011
	2	.953 ^a	.034	.897	1.009
11	1	.212 ^a	.125	.004	.420
	2	.842 ^a	.129	.628	1.056
12	1	.679 ^a	.124	.472	.887
	2	.781 ^a	.067	.669	.893
13	1	.438 ^a	.187	.126	.750
	2	.729 ^a	.109	.548	.910
14	1	.996 ^a	.034	.940	1.052
	2	.998 ^a	.025	.957	1.039
15	1	.508 ^a	.126	.298	.719
	2	.819 ^a	.076	.693	.945
16	1	.733 ^a	.127	.521	.945
	2	.707 ^a	.111	.522	.893

Anmerkungen. a. Kovariate im Modell werden für die folgenden Werte ausgewertet: Alter = 27.88, Geschlecht = .44, jährliche Fahrleistung = 1.64. $N_{\text{Gesamt}} = 84$, $N_{\text{Bedingung 1}} = 41$, $N_{\text{Bedingung 2}} = 41$, $N_{\text{Bedingung 1, Deutsche Muttersprache}} = 33$, $N_{\text{Bedingung 1, Andere Muttersprache}} = 10$, $N_{\text{Bedingung 2, Deutsche Muttersprache}} = 30$, $N_{\text{Bedingung 2, Andere Muttersprache}} = 11$.

9. Ergebnisse des t-Tests für die chinesischen Proband*innen

Tab. 25:

Statistik für Stichproben mit paarigen Werten

Statistik für Stichproben mit paarigen Werten				
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler Mittelwert
Paar 1	Mittlere Reaktionszeit Piktogramme	2329.1094	569.67258	201.40967
	Mittlere Reaktionszeit Verbal	2156.7109	520.66685	184.08353
Paar 2	Prozent korrekt Piktogramme	.7891	.16345	.05779
	Prozent korrekt Verbal	.7344	.15218	.05380

Anmerkungen. N = 8.

Tab. 26:

Korrelationen für Stichproben mit paarigen Werten

Korrelationen für Stichproben mit paarigen Werten				
		H	Korrelation	Sig.
Paar 1	Mittlere Reaktionszeit Piktogramme & Mittlere Reaktionszeit Verbal	8	.586	.127
Paar 2	Prozent korrekt Piktogramme & Prozent korrekt Verbal	8	.185	.661

Anmerkungen. N = 8.

Tab. 27:

Test für Stichproben mit paarigen Werten

		Paarige Differenzen				t	df	Sig. (2-seitig)	
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler Mittelwert	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Unterer				Oberer
Paar 1	Mittlere Reaktionszeit Piktogramme – Mittlere Reaktionszeit Verbal	172.40	498.27	176.17	-244.17	588.96	.98	7	.36
Paar 2	Prozent korrekt Piktogramme – Prozent korrekt Verbal	.05	.20	.07	-.11	.22	.77	7	.47

Anmerkungen. N = 8.

Anhang C: Versuchsunterlagen



Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften Fachrichtung Psychologie Professur Diagnostik und Intervention

1. Informationen zum Versuch und Einverständniserklärung

Hiermit erkläre ich mich einverstanden mit der Teilnahme an einer Studie zur wegweisenden Beschilderung im Straßenverkehr an der Professur Diagnostik und Intervention der Technischen Universität Dresden in Kooperation mit der Bundesanstalt für Straßenwesen.

Die wegweisende Beschilderung im Straßenverkehr dient im Wesentlichen „der richtigen Wegfindung zu einem Ziel, der Ortsbestimmung und der Verteilung des Verkehrs im Straßennetz und innerhalb von Teilnetzen“ (RWB 2000). Mit diesem Experiment sollen Daten zur Verbesserung der wegweisenden Beschilderung unter Berücksichtigung der Meinung von Verkehrsteilnehmern und Verkehrsteilnehmerinnen gesammelt werden.

Ich wurde darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse des gesamten Versuchs so gespeichert werden, dass eine Zuordnung von Personen und Daten nicht mehr möglich ist. Des Weiteren sind keine Rückschlüsse auf Intelligenz oder Persönlichkeitsmerkmale möglich, die Erhebung persönlicher Daten dient lediglich der Beschreibung der Stichprobe.

Ich wurde außerdem darauf aufmerksam gemacht, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist. Ich kann jederzeit und ohne Angabe von Gründen – auch nach Abschluss der Studie – die Teilnahme an diesem Versuch beenden, ohne dass mir daraus Nachteile entstehen. Die erhobenen Daten werden für zehn Jahre aufbewahrt. Eine Gefährdung der Teilnehmenden wird ausgeschlossen.

Ich bin mündlich und schriftlich über die Studie und den Versuchsablauf aufgeklärt worden und werde bis zum Ende der Datenerhebung nicht mit anderen Personen über das Experiment und seine Hypothesen sprechen.

Ort, Datum _____

Unterschrift des Versuchsteilnehmers/ der Versuchsteilnehmerin

Nachname, Vorname (*in Druckbuchstaben*)

2. Informationen zum Versuch und Einverständniserklärung

– Exemplar für Ihre Unterlagen –

Hiermit erkläre ich mich einverstanden mit der Teilnahme an einer Studie zur wegweisenden Beschilderung im Straßenverkehr an der Professur Diagnostik und Intervention der Technischen Universität Dresden in Kooperation mit der Bundesanstalt für Straßenwesen.

Die wegweisende Beschilderung im Straßenverkehr dient im Wesentlichen „der richtigen Wegfindung zu einem Ziel, der Ortsbestimmung und der Verteilung des Verkehrs im Straßennetz und innerhalb von Teilnetzen“ (RWB 2000). Mit diesem Experiment sollen Daten zur Verbesserung der wegweisenden Beschilderung unter Berücksichtigung der Meinung von Verkehrsteilnehmern und Verkehrsteilnehmerinnen erhoben werden.

Ich wurde darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse des gesamten Versuchs so gespeichert werden, dass eine Zuordnung von Personen und Daten nicht mehr möglich ist. Des Weiteren sind keine Rückschlüsse auf Intelligenz oder Persönlichkeitsmerkmale möglich, die Erhebung persönlicher Daten dient lediglich der Beschreibung der Stichprobe.

Ich wurde außerdem darauf aufmerksam gemacht, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist. Ich kann jederzeit und ohne Angabe von Gründen – auch nach Abschluss der Studie – die Teilnahme an diesem Versuch beenden, ohne dass mir daraus Nachteile entstehen. Die erhobenen Daten werden für zehn Jahre aufbewahrt. Eine Gefährdung der Teilnehmenden wird ausgeschlossen.

Ich werde bis zum Ende der Datenerhebung nicht mit anderen Personen über das Experiment und seine Hypothesen sprechen.

Ich bin mündlich und schriftlich über die Studie und den Versuchsablauf aufgeklärt worden. Ich habe alle Informationen vollständig gelesen. Sofern ich Fragen zu dieser Studie hatte, wurden sie von der Versuchsleitung vollständig und zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Die Versuchsleitung steht auch nach Abschluss des Experiments für Fragen und Anmerkungen zur Verfügung. Gleiches gilt bei Interesse an den Ergebnissen des Experiments (Stefanie.Ruf@tu-dresden.de).



10. Vorbefragung

Datum: _____

Uhrzeit: _____

Alter: _____

Geschlecht: weiblich männlich keine Angabe

1. Wie fühlen Sie sich im Moment?

	Nicht	Wenig	Mittelmäßig	Ziemlich	Sehr
Konzentriert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ausgeruht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gelangweilt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Interessiert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Müde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Motiviert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Wie viele Stunden schlafen Sie normalerweise pro Nacht? _____ h

3. Wie viele Stunden haben Sie letzte Nacht geschlafen? _____ h

4. Wie viele Kilometer legen Sie im Jahr durchschnittlich als Fahrer/in mit einem PKW zurück?

< 5.000 km/Jahr 5.000 – 10.000 km/Jahr 10.000 – 30.000 km/Jahr

> 30.000 km/Jahr kein Führerschein

5. Haben Sie in den vergangenen 12 Stunden Alkohol getrunken oder Medikamente eingenommen, die die Fahrtüchtigkeit beeinträchtigen könnten?

Nein Ja Weiß nicht

6. Welches ist Ihre Muttersprache?

Deutsch Andere: _____ . Ich lerne seit etwa _____

Jahren Deutsch und lebe seit _____ Jahren in Deutschland.

7. Ich bin...

Linkshänder/in Rechtshänder/in

8. Tragen Sie eine Brille/sonstige Sehhilfe?

Nein Ja, und ich habe diese heute zum Versuch dabei.

Ja, ich habe diese aber leider nicht dabei.

11. Nachbefragung

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen.

1. Was vermuten Sie, was in diesem Experiment untersucht wird?

2. Gab es eine Strategie, mit der Sie die Aufgaben gelöst haben?

3. Gab es Schwierigkeiten während des Experimentes? Wenn ja, welche?

Vielen Dank für Ihre Teilnahme am Experiment!

Anhang D: Instruktionen

1. Deutschsprachige Version

Herzlich willkommen!

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an dieser Befragung.

Die wegweisende Beschilderung im Straßenverkehr dient im Wesentlichen *„der richtigen Wegfindung zu einem Ziel, der Ortsbestimmung und der Verteilung des Verkehrs im Straßennetz und innerhalb von Teilnetzen“* (RWB 2000).

Mit diesem Experiment sollen Daten zur Verbesserung der wegweisenden Beschilderung unter Berücksichtigung der Meinung von Verkehrsteilnehmern und Verkehrsteilnehmerinnen gesammelt werden.

Zum Fortfahren drücken Sie bitte eine beliebige Taste.

Beschreibung des Experiments


Wir stellen Ihnen gleich einige Varianten wegweisender Schilder vor. Bitte folgen Sie während des Versuchs den Anweisungen, die Sie auf dem Bildschirm sehen.

Das Experiment nimmt etwa fünfzehn Minuten in Anspruch. Die Teilnahme erfolgt auf freiwilliger Basis. Alle Angaben werden anonymisiert, ein Rückschluss auf Ihre Person ist nur der Versuchsleiterin möglich. Die Teilnahme am Experiment kann jederzeit ohne Angabe von Gründen abgebrochen werden.

Zum Fortfahren drücken Sie bitte eine beliebige Taste.

Beschreibung des Experiments

Stellen Sie sich vor, Sie sind mit Ihrem Fahrzeug auf der Autobahn unterwegs und möchten zum örtlichen Industriegebiet fahren. Sie kennen allerdings die Route dorthin nicht und folgen deshalb der Beschilderung.

Im Folgenden werden Ihnen hintereinander verschiedene Schilder dargeboten, die Ihnen auf Ihrem Weg zum Industriegebiet begegnen. Das Industriegebiet kann auf dem Schild dabei sowohl verbal („Industriegebiet“) als auch symbolisch („“) dargeboten sein.

Zum Fortfahren drücken Sie bitte eine beliebige Taste.

Beschreibung des Experiments

Um die Situation möglichst realitätsnah zu gestalten, wird jedes Schild – wie im realen Straßenverkehr auch – nur für einige Sekunden sichtbar sein und anschließend verschwinden. Dann wird ein schwarzer Bildschirm zu sehen sein.

Wir bitten Sie, bei jedem Schild per Tastendruck anzugeben, in welche Richtung Sie fahren würden, um zum Industriegebiet zu gelangen. Dabei können Sie die entsprechende Taste schon während der Präsentation des Schildes, aber auch nach dem Ausblenden des Schildes drücken. Das nächste Schild wird erst präsentiert, wenn Sie eine Richtung für das vorherige angegeben haben. Der Bildschirm bleibt also so lange schwarz, bis Sie sich für eine Richtung entschieden haben. Bitte antworten Sie zügig, aber achten Sie auch darauf, dass Ihre Richtungsangaben möglichst korrekt sind.

Zum Fortfahren drücken Sie bitte eine beliebige Taste.

Beschreibung des Experiments


Bitte benutzen Sie für Ihre Antworten die markierten Tasten auf der Tastatur. Wie im realen Straßenverkehr können so viele Hinweise auf dem Schild vorhanden sein, dass Sie Ihr Ziel in der vorgegebenen Zeit nicht finden; raten Sie dann bitte nicht, sondern geben Sie „weiß nicht“ an!

Pink	=	links
Orange	=	rechts
Grün	=	geradeaus
Gelb	=	weiß nicht

Zum Fortfahren drücken Sie bitte eine beliebige Taste.

Das Experiment startet

Vor Start des eigentlichen Experiments können Sie in einem Übungsblock den Ablauf des Versuchs testen.

Dazu werden Ihnen drei Schilder hintereinander dargeboten, die, wie im richtigen Experiment auch, nur für kurze Zeit zu sehen sind. Im Übungsblock soll das Ziel „Bahnhof“ bzw. „“ angesteuert werden.

Zum Fortfahren drücken Sie bitte eine beliebige Taste.

Der Übungsblock startet

Geben Sie während bzw. nach der Präsentation eines jeden Schildes bitte die Richtung an, in die Sie fahren würden, um das Ziel zu erreichen.

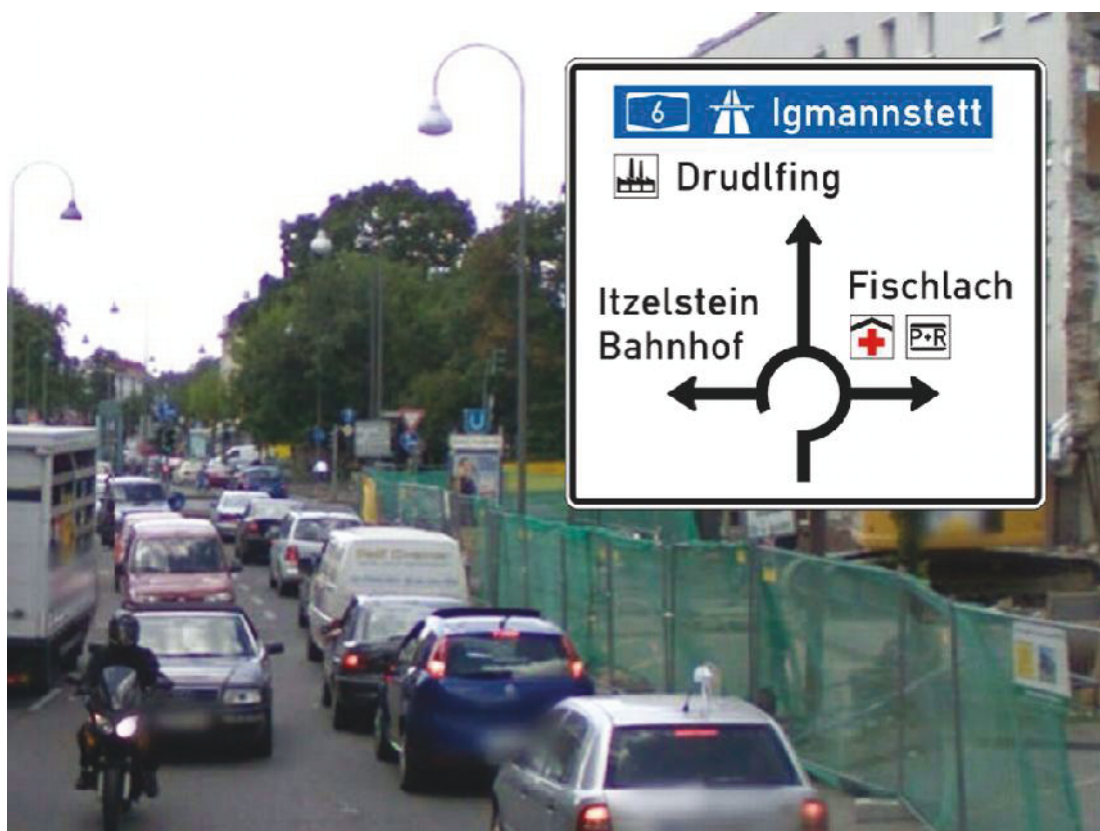
Zur Erinnerung:

Pink	=	links
Orange	=	rechts
Grün	=	geradeaus
Gelb	=	weiß nicht

Bitte platzieren Sie jetzt Ihre Finger auf den markierten Tasten und richten Sie Ihren Blick anschließend auf den Bildschirm.



Durch Drücken einer beliebigen Taste starten Sie den Übungsblock.





Ende des Übungsblocks

Sie haben nun den ersten Teil des Experiments, den Übungsblock, bereits hinter sich gelassen.

Zur Erinnerung: Im nun folgenden Experimentaldurchgang sind Sie nicht mehr auf der Suche nach dem **Bahnhof** , sondern nach dem **Industriegebiet** . Sollten Sie noch Fragen haben, so wenden Sie sich bitte jetzt an die Versuchsleitung.

Sollte dies nicht der Fall sein, so fahren Sie bitte durch Drücken einer beliebigen Taste fort.

Zum Fortfahren drücken Sie bitte eine beliebige Taste.

Beginn des Experiments

Auch im Experiment gilt: Jedes Schild wird kurz dargeboten, bevor es ausgeblendet wird. Sie können die entsprechende Taste zur Richtungsangabe schon während der Präsentation des Schildes, aber auch nach dem Ausblenden des Schildes drücken. Der Bildschirm bleibt so lange schwarz, bis Sie sich für eine Richtung entschieden haben. Bitte antworten Sie zügig, aber achten Sie auch darauf, dass Ihre Richtungsangaben möglichst korrekt sind.

Zur Erinnerung:

Pink	=	links
Orange	=	rechts
Grün	=	geradeaus
Gelb	=	weiß nicht

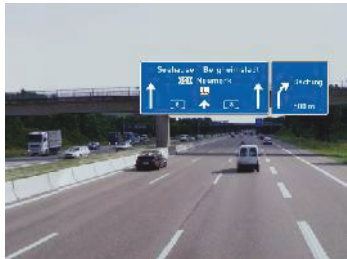



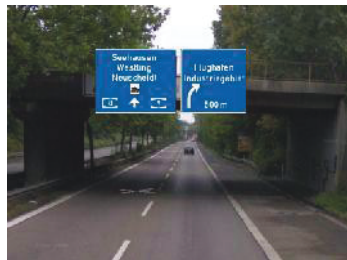



Bitte platzieren Sie Ihre Finger nun auf den markierten Tasten und richten Sie Ihren Blick anschließend auf den Bildschirm.

Durch Drücken einer beliebigen Taste starten Sie den Experimentaldurchgang.

Die genaue Schildabfolge im Versuch ist Tabelle 28 zu entnehmen.

Tab. 28:

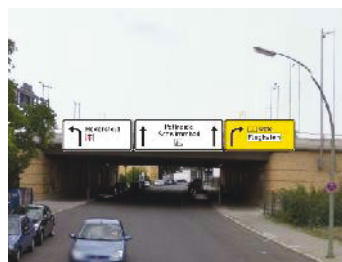
Abfolge der Schilder im Versuch nach Bedingung

Bezeichnung	Bedingung 1	Bedingung 2
P_A_G_2		
V_A_G_4		
V_A_R_2		
P_L_R_2		

P_I_R_2



V_I_G_1



P_L_L_2



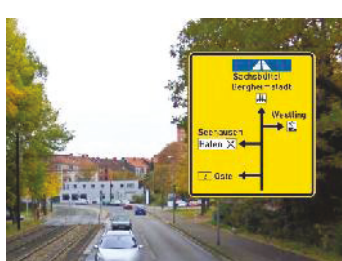
V_I_R_2



P_L_R_1



P_L_G_2



V_A_G_2



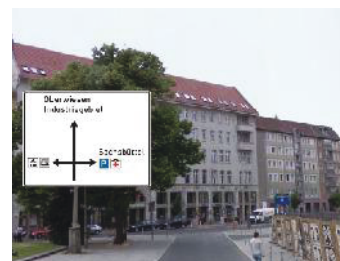
P_A_R_1



V_IL_2



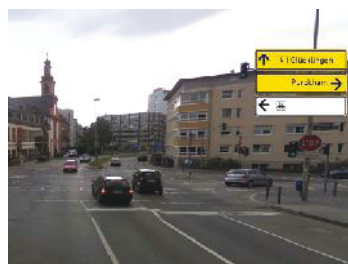
V_IG_5



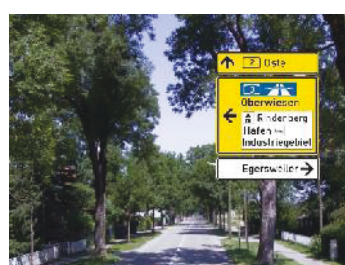
P_IR_1



P_L_L_1



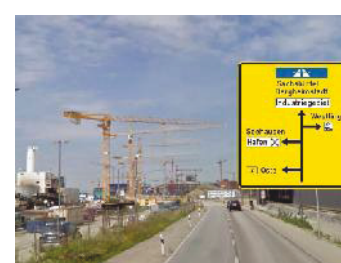
V_L_L_2



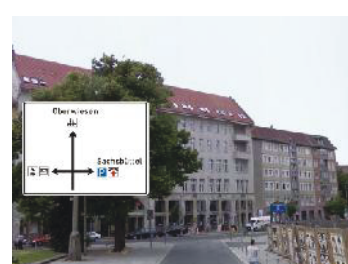
P_A_R_2



V_L_G_2



P_I_G_5



P_I_G_1



V_L_R_2



V_L_G_1



V_L_L_1



P_I_L_1



V_I_R_1



P_L_G_1



V_L_R_1



P_A_G_4



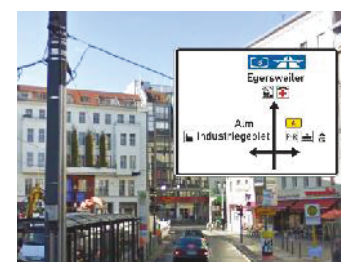
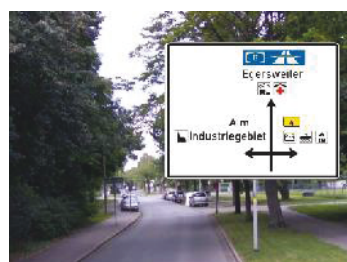
V_A_R_1



V_IL_2



V_IL_1



Damit ist der Experimentaldurchgang abgeschlossen. Bitte füllen Sie jetzt noch die von der Versuchsleiterin bereitgestellte Nacherhebung aus.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

2. Englischsprachige Version

Welcome!

Thank you for taking part in this experiment.


Signposting in traffic is an important means for people to find their way to a certain destination, identify locations and for traffic in general to be distributed (RWB 2000).

The aim of this experiment is the collection of data to improve signposting in consideration of the opinion of road users.

Press any key to continue.

Description of the experiment

Imagine you are sitting in your vehicle, driving on the motorway, and want to get to the local „Industriegebiet“ (industrial area). However, you do not know the way to the destination and therefore follow the signposting.

In the following, a variety of directory signs will be shown that you possibly could come across on your way to the industrial are. The „Industriegebiet“ can be presented verbally („Industriegebiet“) or figuratively („“).

Press any key to continue.

Description of the experiment

In the following, a variety of directory signs will be presented. Please follow the instructions on the screen during the experiment.

The completion of the task takes about fifteen minutes. The participation is voluntary. All data is going to be anonymized. The deduction of information concerning your person is only possible for the director of studies. The participation in this experiment can be ended at any time without giving reasons.

Press any key to continue.

Description of the experiment

In order for the situation to be as close to reality as possible, every sign is going to be visible for only a few seconds and will disappear afterwards. After its disappearance, you will see a black screen.

We kindly ask you to indicate which direction you would choose to get to the „Industriegebiet“ by keystroke. You can press the key during the presentation of the sign as well as after its disappearance. The next sign will only be presented after you have indicated a direction for the previous one. The screen will be black until you have chosen a direction. Please answer quickly, but try to give correct answers if possible.

Press any key to continue.

Description of the experiment


For your answers please use the marked keys on the keyboard. As in real traffic, there can be so many indications on a sign that you don't find your destination in the given time; please don't guess a direction then but rather indicate „weiß nicht“ (don't know).

Pink	=	links	(left)
Orange	=	rechts	(right)
Green	=	geradeaus	(straight)
Yellow	=	weiß nicht	(don't know)

Press any key to continue.

The experiment begins

Before starting the actual experiment, you can see how it works in a practice trial.

For this purpose you will see three different signs successively. They will only be visible for a short amount of time, just like in the actual experiment. For the practice trial, the destination „Bahnhof“ (train station) or „“ shall be reached.

Press any key to continue.

The practice trial begins

Please indicate the direction you would take in order to reach the destination during or after the presentation of the sign.

Quick reminder:

Pink	=	links	(left)
Orange	=	rechts	(right)
Green	=	geradeaus	(straight)
Yellow	=	weiß nicht	(don't know)



Please place your fingers on the marked keys on the keyboard now and direct your view towards the screen.

By pressing any key you start the practice trial.

Die verwendeten Schilder im englischsprachigen Übungsdurchgang entsprachen denen des deutschsprachigen Übungsdurchgangs.

End of the practice trial

You have left the first part of the experiment, the practice trial, behind you already.

Quick reminder: In the following experimental trial you are no longer in search of the „Bahnhof“ , but the „Industriegebiet“ . If you have any questions, refer to the director of study now.

Sollte dies nicht der Fall sein, so fahren Sie bitte durch Drücken einer beliebigen Taste fort.

Zum Fortfahren drücken Sie bitte eine beliebige Taste.

Begin of the experiment

Remember: Every sign will be visible for only a few seconds and will disappear afterwards. After its disappearance, you will see a black screen. You can press the according key to indicate the direction you would take during or after the presentation of the sign. The screen will be black until you have decided for a direction. Please answer quickly, but try to give correct answers if possible.

Pink	=	links	(left)
Orange	=	rechts	(right)
Green	=	geradeaus	(straight)
Yellow	=	weiß nicht	(don't know)

Please place your fingers on the marked keys on the keyboard now and direct your view towards the screen.

By pressing any key you start the experimental trial.

Die verwendeten Schilder im englischsprachigen Experimentaldurchgang entsprachen denen im deutschsprachigen Experimentaldurchgang.

The experimental trial is finished now. Please fill out the post-enquiry handed to you by the director of study now.

Thank you for your participation!

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Zunahme der Gesamtfahrleistung nach Kraftfahrzeugarten von 1996 bis 2013.

Abbildung 2. Arbeitsplätze zur Durchführung der Befragung.

Abbildung 3. Anordnung und farbige Markierung der Tasten im Versuch.

Abbildung 4. Straßenschild in Fürth.

Abbildung 5. Mittlere Reaktionszeiten der Proband*innen sortiert nach Muttersprache und Zielangabe in den verschiedenen Bedingungen (Bed.) sowie insgesamt nach Zielangabe pro Bedingung.

Abbildung 6. Prozentsatz korrekter Antworten der Proband*innen sortiert nach Muttersprache und Zielangabe in den verschiedenen Bedingungen (Bed.) sowie insgesamt nach Zielangabe pro Bedingung.

Abbildung 7. Mittlere Reaktionszeiten der Proband*innen bei symbolischen bzw. verbalen Zielangaben.

Abbildung 8. Prozentsatz korrekter Antworten der Proband*innen bei symbolischen bzw. verbalen Zielangaben.

Abbildung 9. Geteilte Darstellung eines der Schilder aus Schilderpaar 2 in Geradeausrichtung.

Abbildung 10. Interaktion von Muttersprache, Zielangabe und Schild für Muttersprache = Deutsch und Reaktionszeit unter Berücksichtigung der Kovariaten.

Abbildung 11. Interaktion von Muttersprache, Zielangabe und Schild für Muttersprache = Andere und Reaktionszeit unter Berücksichtigung der Kovariaten.

Abbildung 12. Interaktion von Muttersprache, Zielangabe und Schild für Muttersprache = Deutsch und Korrektheit unter Berücksichtigung der Kovariaten.

Abbildung 13. Interaktion von Muttersprache, Zielangabe und Schild für Muttersprache = Andere und Korrektheit unter Berücksichtigung der Kovariaten.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1

Nettolesezeiten und Zielanzahl je Schilderart nach Färber et al. (2007)

Tabelle 2

Schilder pro Straßenkategorie, Art der Zielangabe und Richtung, in der sich die Zielangabe befand

Tabelle 3

Exemplarische Darstellung eines verwendeten Schildes mit symbolischer bzw. verbaler Zielangabe mit je nach Bedingung verschiedenen Hintergründen

Tabelle 4

Mittlere Reaktionszeiten und Prozentsatz korrekter Antworten sowie entsprechende Standardabweichungen bei symbolischen bzw. verbalen Zielangaben

Tabelle 5

Analyse der Innersubjekteffekte der zweifaktoriellen, multivariaten Varianzanalyse mit Messwiederholung zur statistischen Prüfung der Nullhypothese unter Berücksichtigung der Kovariaten

Tabelle 6

Analyse der Zwischensubjektfaktoren der zweifaktoriellen, multivariaten Varianzanalyse mit Messwiederholung zur statistischen Prüfung der Nullhypothese per ANOVA unter Berücksichtigung der Kovariaten

Tabelle 7

*Darstellung des verwendeten Schildes mit symbolischer bzw. verbaler Zielangabe mit je nach Bedingung verschiedenen Hintergründen, bei dem die Proband*innen den geringsten Prozentsatz korrekter Antworten und die höchsten mittleren Reaktionszeiten aufzeigten*

Tabelle 8

Gegenüberstellung der Schilder mit ihren jeweiligen Hintergründen in den beiden Bedingungen sowie aufgeschlüsselt nach Zielangabe und Schilderart

Tabelle 9

Tests auf Normalverteilung der abhängigen Variablen im bereinigten Datensatz aufgeschlüsselt nach der unabhängigen Variable „Muttersprache“

Tabelle 10

Tests auf Normalverteilung der abhängigen Variablen im bereinigten Datensatz aufgeschlüsselt nach der unabhängigen Variable „Bedingung“

Tabelle 11

Deskriptive Werte der kategorialen Variablen

Tabelle 12

Deskriptive Werte der ordinalen Variablen

Tabelle 13

Deskriptive Werte der metrischen Variablen

Tabelle 14

Mittlere Reaktionszeiten und Prozentsatz korrekter Antworten sowie entsprechende Standardabweichungen bei symbolischen bzw. verbalen Zielangaben

Tabelle 15

Tests auf Varianzhomogenität

Tabelle 16

Korrelationen der abhängigen Variablen untereinander

Tabelle 17

Statistik für Stichproben mit paarigen Werten

Tabelle 18

Korrelationen für Stichproben mit paarigen Werten

Tabelle 19

Test für Stichproben mit paarigen Werten

Tabelle 20

Statistik für Stichproben mit paarigen Werten

Tabelle 21

Korrelationen für Stichproben mit paarigen Werten

Tabelle 22

Test für Stichproben mit paarigen Werten

Tabelle 23

Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

Tabelle 24

Interaktionen von Muttersprache, Schild und Zielangabe

Tabelle 25

Statistik für Stichproben mit paarigen Werten

Tabelle 26

Korrelationen für Stichproben mit paarigen Werten

Tabelle 27

Test für Stichproben mit paarigen Werten

Tabelle 28

Abfolge der Schilder im Versuch nach Bedingung

Erklärung zur Selbstständigkeit

Hiermit erkläre ich, Stefanie Ruf, dass ich die unter der Betreuung von Prof. Dr. Carmen Hagemeister vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Alle angeführten Zitate habe ich kenntlich gemacht.

[Ort, Datum, Unterschrift]