
Fahreignungsdiagnostik: Zur Validität visueller und kognitiver Leistungstests

Wolfgang Grundler



München 2017

Aus dem Institut für Medizinische Psychologie

der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl: Medizinische Psychologie

Vorstand: Prof. Dr. Martha Merrow

Fahreignungsdiagnostik: Zur Validität visueller und kognitiver Leistungstests

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Humanbiologie

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Wolfgang Grundler

aus
Flossenbürg

Jahr
2017

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

| | |
|---|---|
| Berichterstatter: | Prof. Dr. Ernst Pöppel |
| Mitberichterstatter: | Prof. Dr. Thomas Gilg Priv. Doz. Dr. Cornelis Stadland |
| Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter: | Prof. Dr. Hans Strasburger |
| Dekan: | Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel |
| Tag der mündlichen Prüfung: | 10.02.2017 |

Berichte aus der Psychologie

Wolfgang Grundler

Fahreignungsdiagnostik:

Zur Validität visueller und kognitiver Leistungstests

Shaker Verlag
Aachen 2017

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: München, Univ., Diss., 2017

Copyright Shaker Verlag 2017

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-5140-7

ISSN 0945-0971

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Sicheres Fahren im öffentlichen Straßenverkehr erfordert visuelle und kognitive Kompetenzen, die in Deutschland durch die Fahrerlaubnisverordnung (FeV) festgelegt sind und dort beschrieben werden. Die vorliegende Arbeit vergleicht aktuell diskutierte visuelle und kognitive Leistungstests bezüglich ihrer Aussagekraft zur Vorhersage von Fahrkompetenz und Fahreignung.

Zur Klärung der Fragestellung wurden im Zeitraum Mai 2004 bis Februar 2005 umfangreiche Daten an älteren Kraftfahrern erhoben ($N = 92$; Mittel: 68,5 Jahre, SD 6,6 Jahre). Als Parameter zur Sehdiagnostik wurden die zentrale Sehschärfe am Binoptometer, Gesichtsfeldgröße am Perimeter und im *Peripherem Wahrnehmungstest* („PP“) des *Wiener Testsystems* (Schuhfried), sowie Musterkontrastschwellen nach Strasburger (1997) im zentralen und parazentralen Gesichtsfeld erhoben. Die verkehrspsychologische Leistungsdiagnostik erfolgte am *Wiener Testsystem*. Als Kriteriumsvariablen dienten subjektive Globalbewertungen der Probandenfahrkompetenz durch Fahrlehrer und Beobachter nach standardisierter Fahrprobe, die aus verschiedenen Fahraufgaben bestand (z.B. Spurwechsel, Auffahrt/Abfahrt, Orientierungsaufgaben, Vorrangsituationen).

Mit zunehmendem Alter verringerte sich die Fahrkompetenz der Teilnehmer etwas, was allerdings zum guten Teil durch geringere regelmäßige Übung erklärbar ist (9% Varianzaufklärung). Bei der Prädiktion von Fahreignung durch die genannte Testbatterie zeigen kognitive Leistungstests des Wiener Testsystems wesentlich höheres prädiktives Gewicht, als Parameter der visuellen Leistungsdiagnostik. Während durch psychometrische Variablen eine Varianzaufklärung von 39% erreicht wird, sind durch visuelle Leistungstests lediglich 20% der Unterschiede in den Fahrleistungen erklärbar. Bester Einzelprädiktor von Fahrleistung ist die an einer grafischen Bewegungsfolge- (Tracking-) Aufgabe des Wiener Testsystems ermittelte „Trackingabweichung“ (26% erklärte Varianz), als Maß geteilter Aufmerksamkeitsleistung. Bei visuo-kognitiven Leistungen zeigte sich das „dynamische Gesichtsfeld“ der Schuhfried-Batterie (PP) als bester Indikator der Fahrkompetenz (12%). Visus (9%), am Perimeter ermitteltes Gesichtsfeld und zentrale Kontrastempfindlichkeit (jeweils 7%) – beides zentrale Maße in der gesetzlichen Fahreignungsdiagnostik – sind bei guten Sichtbedingungen und Tageslicht dagegen von relativ geringer Bedeutung.

Eine Differenzierung fahrgerechter und ungeeigneter Personen anhand visueller und kognitiver Leistungstests gelang nur unzureichend. Nur 48% der in praktischen Fahrproben als ungeeignet bewerteten Fahrer wurden korrekt klassifiziert.

Schlagwörter

Fahrkompetenz; Fahreignung; Fahrsicherheit; psychometrische Leistungstests; visuelle Leistungstests; Visus; Gesichtsfeld; Kontrastempfindlichkeit; Aufmerksamkeit; logistische Regression; praktische Fahrprobe im öffentlichen Straßenverkehr; Wiener Testsystem

Abstract

Safe road driving requires visual and cognitive abilities, the requirements for which in Germany are laid down in driving-license regulations. The present study's aim was a validation of apparatus and measures of visual and cognitive aptitude testing, using driving competence and driving ability as references for validation.

We acquired an extensive set of data in a group of elderly drivers ($N = 92$, median age 67), assessing foveal acuity, perimetric field size, peripheral vision ("PP") in Schuhfried's computer-based Vienna Test System (VTS), letter contrast thresholds in foveal and parafoveal vision, and a series of driving-aptitude tests on the VTS. As validity criterion served ratings by driving instructors and trained observers in a standardized test drive that included lane change, motorway accessing/exiting, orienting, and situations of right-of-way.

Driving competence decreased overall with increasing age (17% explained variance), being related to reduced driving practice (9% explained variance). Cognitive performance indicators on the Vienna Test System showed much better predictive performance for driving competence than visual performance indicators. While psychometric variables explained 39% of variance in driving performance, visual variables explained only 20% of variance.

The best singular psychometric predictor was tracking deviation, measured using a graphical object tracking task on the VTS (26%) under conditions of divided attention. For assessing visual-cognitive performance, Schuhfried's dynamical peripheral vision test was best (26%). Acuity (9%) and kinetic perimetry (7%) – both required by German regulations – have rather low significance for driving performance in daylight conditions.

Attempts to use psychometric and visual measures for classification as good or bad drivers failed; the percentage of correct classification as bad drivers was unacceptably low (48%).

Keywords:

Driving competence; driving ability; driving safety; psychometric testing; visual testing; visual acuity; contrast sensitivity; visual field; attention; logistic regression; on-road driving test; Vienna Test System

Inhalt

| | |
|---|-----------|
| ZUSAMMENFASSUNG | 3 |
| ABSTRACT | 5 |
| ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS | 11 |
| VORWORT | 13 |
| 1 EINLEITUNG | 15 |
| 1.1 Rechtliche Grundlagen der Fahreignung | 15 |
| 1.2 Fahreignungsdiagnostik und psychische Leistungsmerkmale | 18 |
| 1.3 Fahreignungsdiagnostik und Sehfunktionen | 20 |
| 1.4 Wissenschaftlicher Bezugsrahmen der Fahreignungsdiagnostik | 25 |
| 2 METHODISCHES VORGEHEN | 31 |
| 2.1 Stichprobenbeschreibung | 32 |
| 2.2 Erfassung der visuellen Leistungsfähigkeit | 33 |
| 2.2.1 Kinetische Perimetrie | 33 |
| 2.2.2 Messung der zentralen Sehschärfe (Visus-Bestimmung) | 36 |
| 2.2.3 Messung der Musterkontrastempfindlichkeit | 38 |
| 2.3 Erfassung der psychischen Leistungsfähigkeit am Wiener Testsystem | 39 |
| 2.3.1 Adaptiver Matrizen Test (AMT, Version 23.50) | 39 |
| 2.3.2 Doppellabyrinthtest (B19, Version 24.00) | 40 |
| 2.3.3 Cognitrone (COG, Version 31.00) | 40 |
| 2.3.4 Wiener Determinationstest (DT, Version 31.01) | 41 |
| 2.3.5 Nonverbaler Lerntest (NVLТ, Version 21.11) | 42 |
| 2.3.6 Periphere Wahrnehmung (PP, Version 21.11) | 43 |
| 2.3.7 Wiener Reaktionstest (RT, Version 27.11) | 45 |
| 2.3.8 Signal-Detection (SIGNAL, Version 25.01) | 45 |
| 2.3.9 Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVTMB, Version 27.03) | 46 |
| 2.4 Bewertung von Persönlichkeitseigenschaften | 47 |
| 2.4.1 Risikobereitschaft im Straßenverkehr (WRBT, Version 22.00) | 47 |
| 2.4.2 Aggressives Verhalten im Straßenverkehr (AVIS, Version 22.50) | 48 |
| 2.4.3 Inventar verkehrsbezogener Persönlichkeitseigenschaften (IVPE, Version 21.00) | 49 |
| 2.5 Bewertung der Fahrkompetenz | 49 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3 | ERGEBNISSE | 53 |
| 3.1 | Ergebnisse der Fahrproben | 53 |
| 3.1.1 | Deskriptive Betrachtung von Beobachterprotokollen | 54 |
| 3.1.2 | Globale Bewertung von Kompetenzbereichen nach Schulnotensystem | 55 |
| 3.1.3 | Inter-Rater-Reliabilität | 56 |
| 3.1.4 | Intra-Rater-Reliabilität | 57 |
| 3.1.5 | Homogenität der Bewertungen | 58 |
| 3.1.6 | Gesamtergebnisse der Tölzer Fahrprobe | 59 |
| 3.1.7 | Einfluss personenbezogener Merkmale auf das Ergebnis der Fahrprobe | 60 |
| 3.1.8 | Vorhersage der Fahrkompetenz der Teilnehmer durch personenbezogene Merkmale | 61 |
| 3.2 | Einfluss latenter Persönlichkeitseigenschaften | 63 |
| 3.2.1 | Risikobereitschaft im Straßenverkehr (WRBT, Version 22.00) | 63 |
| 3.2.2 | Inventar verkehrsbezogener Persönlichkeitseigenschaften (IVPE, Version 21.00) | 63 |
| 3.2.3 | Aggressives Verhalten im Straßenverkehr (AVIS, Version 22.50) | 64 |
| 3.3 | Einfluss psychometrischer Leistungsausprägungen auf das Ergebnis der Fahrprobe | 64 |
| 3.3.1 | Adaptiver Matrizen Test (AMT, Version 23.50) | 66 |
| 3.3.2 | Doppellabyrinthtest (B19, Version 24.00) | 66 |
| 3.3.3 | Cognitrone (COG, Version 31.00) | 66 |
| 3.3.4 | Wiener Determinationstest (DT, Version 31.01) | 67 |
| 3.3.5 | Nonverbaler Lerntest (NVLТ, Version 21.11) | 67 |
| 3.3.6 | Periphere Wahrnehmung (PP, Version 21.11) | 68 |
| 3.3.7 | Wiener Reaktionstest (RT, Version 27.11) | 68 |
| 3.3.8 | Signal-Detection (SIGNAL, Version 25.01) | 69 |
| 3.3.9 | Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVTMB, Version 27.03) | 70 |
| 3.3.10 | Zusammenfassende Darstellung psychometrischer Leistungsindikatoren | 70 |
| 3.3.11 | Vorhersage der Fahrkompetenz der Teilnehmer aus Ergebnissen psychometrischer Leistungstests | 71 |
| 3.4 | Visuelle Leistungstests | 73 |
| 3.4.1 | Gesichtsfeldgröße ermittelt am Wiener Testsystem (PP) | 73 |
| 3.4.2 | Gesichtsfeldbreite (Octopus) | 74 |
| 3.4.3 | Vergleich von am Wiener Testsystem und Octopus 101 ermittelten Gesichtsfeldbreiten | 74 |
| 3.4.4 | Gesichtsfeldfläche (Octopus 101) | 76 |
| 3.4.5 | Sehschärfe (Binoptometer) | 78 |
| 3.4.6 | Musterkontrastschwellen (R_Contrast) | 79 |
| 3.4.7 | Vorhersage der Fahrleistung der Teilnehmer aus Ergebnissen visueller Leistungstests | 81 |
| 3.5 | Faktorenanalyse zur Strukturierung von Indikatorvariablen | 82 |
| 3.6 | Zusammenfassung von Ergebnissen aus korrelativen Analysen von personenbezogenen Merkmalen und visuellen und psychometrischen Leistungsindikatoren mit dem Ergebnis der Fahrprobe | 85 |
| 3.7 | Klassifikation der Fahreignung mit Hilfe visueller und psychologischer Leistungstests | 88 |
| 3.7.1 | Differenzierung von fahrgeeigneten und -ungeeigneten Personen | 88 |
| 3.7.2 | Vorhersage der Fahreignung mit Hilfe visueller und kognitiver Leistungstest | 90 |
| 4 | DISKUSSION | 95 |

| | |
|--|------------|
| LITERATURVERZEICHNIS | 117 |
| ABBILDUNGSVERZEICHNIS | 131 |
| TABELLENVERZEICHNIS | 133 |
| ANHANG | 137 |
| I. Grafische Übersicht von Fahrverhaltensbeobachtungen des Fahrschullehrers und Beobachters | 138 |
| II. Grafische Übersicht globaler Fahrverhaltensbewertungen des Fahrschullehrers und Beobachters | 141 |
| III. Protokoll „Tölzer Fahrprobe“ | 146 |
| IV. Bewertung des Fahrverhaltens | 150 |
| V. Erläuterungen zur Bewertung der praktischen Fahrprobe | 151 |
| VI. Fragebogen zur Fahrexposition | 152 |
| VII. Übersicht verwendeter psychometrischer Testverfahren mit Aufgabenbeschreibung | 153 |
| VIII. Explorative Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse, PCA) | 155 |
| IX. Fallanalysen | 159 |
| X. Kontrastdefinitionen und Kontrastwerte | 162 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|--------|--|
| Abs. | Absatz |
| AMT | Adaptiver Matrizentest (Wiener Testsystem) |
| AVIS | Aggressives Verhalten im Straßenverkehr (Wiener Testsystem) |
| B19 | Doppellabyrinthtest (Wiener Testsystem) |
| BAST | Bundesanstalt für Straßenwesen |
| BGBI. | Bundesgesetzblatt |
| BVA | Berufsverband der Augenärzte Deutschlands |
| COG | Cognitrone (Wiener Testsystems) |
| DIN | Deutsches Institut für Normung |
| DOG | Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft |
| Dpt | Dioptrie |
| DT | Determinationstest (Wiener Testsystem) |
| EN | Europäische Norm |
| et al. | et alii bzw. et aliae (und andere) |
| Fa. | Firma |
| FeV | Fahrerlaubnisverordnung |
| FzF | Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung |
| ISCED | International Standard Classification of Education |
| ISO | International Organization for Standardization |
| IVPE | Inventar Verkehrspsychologischer Persönlichkeitseigenschaften (Wiener Testsystem) |
| LA | Linkes Auge |
| MPU | Medizinisch-Psychologische Untersuchung |
| Ms | Millisekunden |
| NVLT | Nonverbaler Lerntest (Wiener Testsystem) |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|------------|--|
| PCA | Principle Component Analysis (Hauptkomponentenanalyse) |
| PP | Peripherer Wahrnehmungstest (Wiener Testsystems) |
| PRT | Perception Response Time |
| R_Contrast | Recognition Contrast Test (Musterkontrast) |
| RA | Rechtes Auge |
| ROC | Receiver Operating Characteristic |
| ROI | Region of Interest |
| SAE | Society of Automotive Engineers |
| SD | Standard Deviation |
| Sig. | Signifikanz |
| SIGNAL | „Signal-Detection“ (an das Signalentdeckungsparadigma angelehnter Test im Wiener Testsystem) |
| Std. | Standard |
| StVG | Straßenverkehrsgesetz |
| TAF | Teilautomatisiertes Fahren |
| TAVTMB | Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest (Wiener Testsystem) |
| VP | Versuchsperson |
| VTs | Vienna Test System (Wiener Testsystem [WTS] der Fa. Schuhfried) |
| WRBT | Wiener Risikobereitschaftstest (Wiener Testsystem) |