

# Analyse der Faktorenstruktur sowie der prädiktiven Validität des Testsystems ICA II\*

---



Fachbereich D

Fachgebiet Sicherheitstechnik – Arbeitssicherheit/Ergonomie  
der Bergischen Universität Wuppertal

genehmigte Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades  
eines Doktors der Sicherheitswissenschaften

(Dr. rer. sec.)

von

Dipl.-Psych. Daniel Seitz  
aus München

Gutachter:

Univ. Prof. Dr. Ing. B. H. Müller

Univ. Prof. Dr. phil. H. O. Häcker

Tag der mündlichen Prüfung: 24.04.2012

**D468**

Die Dissertation kann wie folgt zitiert werden:

urn:nbn:de:hbz:468-20120427-102446-1

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn%3Anbn%3Ade%3A468-20120427-102446-1>]

## Danksagung

Zuallererst gilt mein ganz besonderer Dank den Herren Prof. Dr. H. O. Häcker und Prof. Dr. B. H. Müller, für das in mich gesetzte Vertrauen sowie die Betreuung der vorliegenden Dissertation an der Bergischen Universität Wuppertal.

Zudem möchte Ich allen beteiligten bzw. genehmigenden Stellen und Mitarbeitern des BMVg bzw. der Bundeswehr danken, hierbei danke ich im Besonderen:

dem Leiter der Flugpsychologie Herrn Lt. R. Dir. Dr. Wolfgang Roth und Frau R. Dir. Dr. Anja Schwab, die die allgemeine bundeswehrseitige Betreuung des Dissertationsvorhabens übernommen hat.

Mag. Michael Eisl und Dr. Christian Reeb, die mir die LEK- Daten für Phase I (CAT-Daten), Phase II (ICA 90 II) und Phase III (FPS-F) sowie viele Espressi zur Verfügung stellten.

Herrn R. Dir. Werner Gress, der mir detaillierte Daten aus Phase III (FPS-F) zur Verfügung stellte sowie Herrn R. Dir. Hättich und Dipl.-Psych. Nicole Strache, die mir detaillierte Daten aus Phase III FPS-H zur Verfügung stellten.

Desweiteren möchte Dr. Stephan Bulheller sowie Wolfgang Merten, Norbert Schneider und Charlie Dörfel (CAE) für die kollegiale Zusammenarbeit im Projekt danken.

Meinen Eltern danke ich für Ihre fortwährende Unterstützung und Aufmunterung in allen Lebensphasen und -belangen, ohne die auch diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Last but not least, danke ich meiner liebevollen Partnerin Anna.

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde das seit 2010 in Phase II der sequentiellen fliegerischen Eignungsfeststellung der Bundeswehr eingesetzte Testsystem Instrument Coordination Analyser 90 II anhand von 1416 Bewerbern, sowohl hinsichtlich seiner internen Faktorenstruktur als auch hinsichtlich seiner prädiktiven Validität auf Phase III der fliegerischen Eignungsfeststellung analysiert, dies getrennt für zukünftige Hubschrauber- und Flächenpiloten. Hierzu wurden einerseits Faktorenanalysen auf Subtest- und Testsystemebene sowie andererseits Korrelations- und logistische Regressionsanalysen durchgeführt. Die Ergebnisse belegen die Überlegenheit psychomotorischer Verfahren gegenüber kognitiven und allgemeinen Intelligenzmaßen in der Vorhersage der Phase III. Zudem belegen die Ergebnisse der Korrelations- und Regressionsanalysen einerseits die Funktionalität und Leistungsfähigkeit des Testsystems ICA 90 II, andererseits liefern sie neue psychometrisch abgesicherte Kennwerte zur Bewerberbeurteilung in Phase II, die moderate bis gute Vorhersagen der Phase III ermöglichen.

## **Abstract**

The test battery Instrument Coordination Analyser 90 II (ICA 90 II) is part of Phase II of the sequential pilot selection process in the German Air Force. The main goal of the present study was to evaluate the test in terms of its validity, using data from 1416 candidates. To this end a number of analyses were conducted, including factor analyses and correlational and logistic regression analyses. To evaluate the test in terms of its predictive validity, results of Phase III of the selection process served as the criterion. Analyses were conducted separately for helicopter and airplane pilots. Results reveal psychomotor tests as better predictors of Phase III scores than cognitive measures and measures of general intelligence. Results also support the reliability and construct and predictive validity of the ICA 90 II, and additionally provide new and psychometrically sound regression equations, which may be used for the prediction of scores in Phase III.

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Danksagung .....   | 2  |
| Zusammenfassung .....  | 3  |
| Abstract .....   | 4  |
| Tabellenverzeichnis .....  | 7  |
| Abbildungsverzeichnis .....  | 9  |
| Abkürzungsverzeichnis .....  | 10 |
| 1 Einleitung .....   | 12 |
| 1.1 Entwicklung der Flugeignungsdiagnostik .....                         | 14 |
| 1.1.1 Anfänge der Flugeignungsdiagnostik .....                           | 14 |
| 1.1.2 Militärische Flugeignungsdiagnostik 1914-1918 .....                | 15 |
| 1.1.3 Militärische Flugeignungsdiagnostik bis 1945 .....                 | 16 |
| 1.1.4 Internationale militärische Flugeignungsdiagnostik seit 1946 ..... | 18 |
| 1.1.5 Militärische Flugeignungsdiagnostik seit 1955 in Deutschland ..... | 24 |
| 1.1.6 Abschließende Bewertung .....                                      | 29 |
| 2 Fragestellung .....  | 31 |
| 3 Methode .....  | 34 |
| 3.1 Stichprobe .....   | 35 |
| 3.2 CAT-Subtests .....   | 37 |
| 3.2.1 Rechentest (RT) .....  | 37 |
| 3.2.2 Matrizentest 20 (MAZ 20) .....                                     | 38 |
| 3.2.3 Verbale Analogien (VA) .....                                       | 39 |
| 3.2.4 Test des Praktisch-Technischen Verständnisses (PTV) .....          | 40 |
| 3.2.5 Wegfiguren-Test (WFT) .....  | 42 |
| 3.3 Phase II - Instrument Coordination Analyser 90 II .....              | 43 |
| 3.3.1 Psycho-Motorischer-Test (PMT) .....                                | 45 |
| 3.3.2 Senso-Motorischer-Test (SMT) .....                                 | 47 |
| 3.3.3 Instrument-Coordination-Test (ICT) .....                           | 49 |
| 3.3.4 Informationsverarbeitungstest (INFAT) .....                        | 52 |
| 3.4 Phase III - Aussenkriterien .....                                    | 55 |
| 3.4.1 Flugpsychologisches Testsystem - Hubschrauber (FPS-H) .....        | 58 |
| 3.4.2 Flugpsychologisches Testsystem - Fläche (FPS-F) .....              | 61 |
| 3.5 Statistische Verfahren .....   | 65 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4     | Ergebnisse.....  | 70  |
| 4.1   | Analyse der Faktorenstruktur des Testsystems ICA 90 II.....              | 71  |
| 4.1.1 | Faktorenstruktur PMT.....  | 71  |
| 4.1.2 | Faktorenstruktur SMT.....  | 77  |
| 4.1.3 | Faktorenstruktur ICT.....  | 86  |
| 4.1.4 | Faktorenstruktur ICA 90 II.....  | 98  |
| 4.2   | Analyse der prädiktiven Validität CAT → ICA 90 II.....                   | 108 |
| 4.3   | Analyse der prädiktiven Validität ICA 90 II und CAT → Phase III.....     | 110 |
| 4.3.1 | Analyse der prädiktiven Validität ICA 90 II und CAT→ FPS-H.....          | 110 |
| 4.3.2 | Analyse der prädiktiven Validität ICA 90 II und CAT→ FPS-F.....          | 115 |
| 5     | Diskussion.....  | 120 |
| 5.1   | Explorative Fragestellungen zur Faktorenstruktur des ICA 90 II.....      | 120 |
| 5.2   | Prädiktive Validität der CAT-Subtests und des ICA 90 II.....             | 123 |
| 5.2.1 | Prädiktive Validität der CAT-Subtests bzgl. ICA 90 II.....               | 123 |
| 5.2.2 | Prädiktive Validität der CAT-Subtests und des ICA 90 II bzgl. FPS-H..... | 124 |
| 5.2.3 | Prädiktive Validität der CAT-Subtests und des ICA 90 II bzgl. FPS-F..... | 126 |
| 5.3   | Abschließende Bewertung und Ausblick.....                                | 128 |
| 6     | Literaturverzeichnis.....  | 130 |
| 7     | Anhang.....  | 137 |
| 7.1   | Multi-Trait-Multi-Method Analysen Phase III.....                         | 137 |
| 7.1.1 | Faktoren der Eignungs- und Bewertungsmerkmale des FPS-H.....             | 159 |
| 7.1.2 | Faktoren der Eignungs- und Bewertungsmerkmale des FPS-F.....             | 163 |
| 7.2   | Anti-Image Matrizen.....   | 168 |
| 7.3   | Regressionsanalysen Phase III.....                                       | 169 |
| 8     | Eidesstattliche Erklärung.....   | 171 |

## Tabellenverzeichnis

|  |     |
|--|-----|
| Tabelle 3-1: Alter .....   | 35  |
| Tabelle 3-2: Geschlechterverteilung .....  | 35  |
| Tabelle 3-3: Schulbildung .....  | 36  |
| Tabelle 3-4: Messkategorien PMT.....   | 46  |
| Tabelle 3-5: Messkategorien SMT .....  | 48  |
| Tabelle 3-6: Messkategorien ICT .....  | 51  |
| Tabelle 3-7: Messkategorien INFAT.....   | 54  |
| Tabelle 3-8: Eignungs-/Beurteilungsmerkmale Phase III FPS-H .....                                    | 59  |
| Tabelle 3-9: Zuordnung Eignungsgrad und Note Phase III FPS-H bzw. FPS-F.....                         | 60  |
| Tabelle 3-10: Eignungs-/Beurteilungsmerkmale Phase III FPS-F .....                                   | 62  |
| Tabelle 4-1: PMT 1. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien .....         | 71  |
| Tabelle 4-2: PMT 1. Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test .....  | 72  |
| Tabelle 4-3: PMT 1. Stichprobe - Erklärte Gesamtvarianz .....  | 73  |
| Tabelle 4-4: PMT 1. Stichprobe - Faktoren- und Kommunalitäten <sup>a</sup> .....                     | 73  |
| Tabelle 4-5: PMT 2. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien .....         | 74  |
| Tabelle 4-6: PMT 2. Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test .....  | 74  |
| Tabelle 4-7: PMT 2. Stichprobe – Erklärte Gesamtvarianz.....   | 75  |
| Tabelle 4-8: PMT 2. Stichprobe - Faktoren- und Kommunalitäten <sup>a</sup> .....                     | 76  |
| Tabelle 4-9: SMT 1. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien.....          | 77  |
| Tabelle 4-10: SMT 1. Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test .....                                       | 78  |
| Tabelle 4-11: SMT 1. Stichprobe - Erklärte Gesamtvarianz.....  | 79  |
| Tabelle 4-12: SMT 1. Stichprobe – Rotierte Faktorenmatrix <sup>a</sup> und Kommunalitäten .....      | 80  |
| Tabelle 4-13: SMT 2. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien .....        | 81  |
| Tabelle 4-14: SMT 2. Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test.....  | 82  |
| Tabelle 4-15: SMT 2. Stichprobe – Erklärte Gesamtvarianz.....  | 83  |
| Tabelle 4-16: SMT 2. Stichprobe – Rotierte Faktorenmatrix <sup>a</sup> - und Kommunalitäten .....    | 84  |
| Tabelle 4-17: ICT 1. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien Teil 1 ..... | 86  |
| Tabelle 4-18: ICT 1. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien Teil 2 ..... | 87  |
| Tabelle 4-19: ICT 1. Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test.....  | 88  |
| Tabelle 4-20: ICT 1. Stichprobe - Erklärte Gesamtvarianz.....  | 89  |
| Tabelle 4-21: ICT 1. Stichprobe – Rotierte Faktorenmatrix <sup>a</sup> und Kommunalitäten .....      | 90  |
| Tabelle 4-22: ICT 2. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien Teil 1 ..... | 92  |
| Tabelle 4-23: ICT 2. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien Teil 2 ..... | 93  |
| Tabelle 4-24: ICT 2. Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test.....  | 94  |
| Tabelle 4-25: ICT 2. Stichprobe – Erklärte Gesamtvarianz .....                                       | 95  |
| Tabelle 4-26: ICT 2. Stichprobe – Rotierte Faktorenmatrix <sup>a</sup> - und Kommunalitäten .....    | 96  |
| Tabelle 4-27: ICA 90 II 1. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien .....  | 98  |
| Tabelle 4-28: ICA 90 II 1. Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test .....                                 | 99  |
| Tabelle 4-29: ICA 90 II 1. Stichprobe - Erklärte Gesamtvarianz.....                                  | 100 |
| Tabelle 4-30: ICA90 II 1. Stichprobe – Rotierte Faktorenmatrix <sup>a</sup> und Kommunalitäten.....  | 101 |
| Tabelle 4-31: ICA 90 II 2. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien .....  | 103 |
| Tabelle 4-32: ICA 90 II 2. Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test .....                                 | 104 |
| Tabelle 4-33: ICA 90 II 2. Stichprobe – Erklärte Gesamtvarianz.....                                  | 105 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabelle 4-34: ICA 90 II 2. Stichprobe – Rotierte Faktorenmatrix <sup>a</sup> - und Kommunalitäten ..... | 106 |
| Tabelle 4-35: CAT - Korrelationskoeffizienten (Pearson) mit ICA 90 II.....                              | 108 |
| Tabelle 4-36: FPS-H - Korrelationskoeffizienten (Spearman’s Rho) CAT, ICA 90 II.....                    | 111 |
| Tabelle 4-37: FPS-H – Zusammenfassung Fallverarbeitung .....  | 112 |
| Tabelle 4-38: FPS-H – Modellzusammenfassung .....   | 112 |
| Tabelle 4-39: FPS-H – Klassifizierungstabelle <sup>a</sup> .....  | 113 |
| Tabelle 4-40: FPS-H – Variablen in der Gleichung .....  | 114 |
| Tabelle 4-41: FPS-F - Korrelationskoeffizienten (Spearman’s Rho) CAT, ICA 90 II .....                   | 116 |
| Tabelle 4-42: FPS-F – Zusammenfassung Fallverarbeitung.....   | 117 |
| Tabelle 4-43: FPS-F – Modellzusammenfassung .....   | 117 |
| Tabelle 4-44: FPS-F – Klassifizierungstabelle <sup>a</sup> .....  | 118 |
| Tabelle 4-45: FPS-F – Variablen in der Gleichung.....   | 119 |
| Tabelle 7-1: MMTM-Matrix FPS-H Aufmerksamkeitsverteilung .....  | 137 |
| Tabelle 7-2: MMTM-Matrix FPS-H Belastbarkeit .....  | 138 |
| Tabelle 7-3: MMTM-Matrix FPS-H Handlungsentschiedenheit .....   | 139 |
| Tabelle 7-4: MMTM-Matrix FPS-H Psychomotorik.....   | 140 |
| Tabelle 7-5: MMTM-Matrix FPS-H Übungsfortschritt .....  | 141 |
| Tabelle 7-6: MMTM-Matrix FPS-H Räumliches Vorstellungsvermögen.....                                     | 142 |
| Tabelle 7-7: MMTM-Matrix FPS-H Um- und Übersicht .....  | 143 |
| Tabelle 7-8: MMTM-Matrix FPS-H Selbstbehauptung .....   | 143 |
| Tabelle 7-9: MMTM-Matrix FPS-H Entscheidungsverhalten.....  | 144 |
| Tabelle 7-10: MMTM-Matrix FPS-H Navigation .....  | 144 |
| Tabelle 7-11: MMTM-Matrix FPS-H Mehrfacharbeit .....  | 145 |
| Tabelle 7-12: MMTM-Matrix FPS-F Aufmerksamkeitsverteilung.....  | 146 |
| Tabelle 7-13:MMTM-Matrix FPS-F Automatisierungsgeschwindigkeit.....                                     | 147 |
| Tabelle 7-14: MMTM-Matrix FPS-F Belastbarkeit .....   | 148 |
| Tabelle 7-15: MMTM-Matrix FPS-F Funksprechverkehr .....   | 149 |
| Tabelle 7-16: MMTM-Matrix FPS-F Handlungsentschiedenheit .....  | 150 |
| Tabelle 7-17: MMTM-Matrix FPS-F Konzentration .....   | 151 |
| Tabelle 7-18: MMTM-Matrix FPS-F Leistungsbereitschaft.....  | 152 |
| Tabelle 7-19: MMTM-Matrix FPS-F Mehrarbeit .....  | 153 |
| Tabelle 7-20: MMTM-Matrix FPS-F Mission Vorbereitung .....  | 154 |
| Tabelle 7-21: MMTM-Matrix FPS-F Stressverarbeitung.....   | 155 |
| Tabelle 7-22: MMTM-Matrix FPS-F Toleranz gegen Misserfolg.....  | 156 |
| Tabelle 7-23: MMTM-Matrix FPS-F Übungsfortschritt.....  | 157 |
| Tabelle 7-24: MMTM-Matrix FPS-F Um- & Übersicht .....   | 158 |
| Tabelle 7-25: MMTM FPS-H - KMO- und Bartlett-Test.....  | 159 |
| Tabelle 7-26: MMTM FPS-H – Korrelationsmatrix der Faktoren.....   | 160 |
| Tabelle 7-27: MMTM FPS-H – Erklärte Gesamtvarianz .....   | 161 |
| Tabelle 7-28: MMTM FPS-H – Mustermatrix <sup>a</sup> und Kommunalitäten .....                           | 162 |
| Tabelle 7-29: MMTM FPS-F - KMO- und Bartlett-Test .....   | 163 |
| Tabelle 7-30: MMTM FPS-F – Korrelationsmatrix der Faktoren .....  | 164 |
| Tabelle 7-31: MMTM FPS-F – Erklärte Gesamtvarianz.....  | 165 |
| Tabelle 7-32: MMTM FPS-F – Mustermatrix <sup>a</sup> und Kommunalitäten Teil 1 .....                    | 166 |
| Tabelle 7-33: MMTM FPS-F – Mustermatrix <sup>a</sup> und Kommunalitäten Teil 2 .....                    | 167 |
| Tabelle 7-34: PMT 1.Stichprobe - Anti-Image-Matrix .....  | 168 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabelle 7-35: PMT 2.Stichprobe - Anti-Image-Matrix .....             | 168 |
| Tabelle 7-36: FPS-H - Klassifizierungstabelle <sup>a,b</sup> .....   | 169 |
| Tabelle 7-37: FPS-H - Iterationsprotokoll <sup>a,b,c,d,e</sup> ..... | 169 |
| Tabelle 7-38: FPS-F - Klassifizierungstabelle <sup>a,b</sup> .....   | 170 |
| Tabelle 7-39: FPS-F - Iterationsprotokoll <sup>a,b,c,d</sup> .....   | 170 |

## Abbildungsverzeichnis

|   |     |
|---|-----|
| Abbildung 1-1: Phasen der fliegerischen Eignungsfeststellung und Ausbildung in der Bundeswehr ... | 26  |
| Abbildung 2-1: Fragestellungen im Kontext des Sequentiellen Auswahlprozesses der Bundeswehr ..    | 32  |
| Abbildung 3-1: Beispielaufgabe RT.....  | 37  |
| Abbildung 3-2: Beispielaufgabe MAZ 20 .....   | 38  |
| Abbildung 3-3: Beispielaufgabe VA .....   | 39  |
| Abbildung 3-4: Beispielaufgabe PTV.....   | 40  |
| Abbildung 3-5: Beispielaufgabe WFT .....  | 42  |
| Abbildung 3-6: Testgerät ICA II.....  | 43  |
| Abbildung 3-7: Screenshots der Aufgabenstellung und der Zielposition des PMT .....                | 45  |
| Abbildung 3-8: Screenshot der Aufgabenstellung des SMT .....                                      | 47  |
| Abbildung 3-9: Screenshot der Aufgabenstellung des ICT .....                                      | 49  |
| Abbildung 3-10: Screenshots der Aufgabenstellung und -beantwortung des INFAT-INCOM .....          | 52  |
| Abbildung 3-11: Screenshots der Aufgabenstellung und -beantwortung des INFAT-CALC .....           | 53  |
| Abbildung 3-12: Ablauf der Eignungsfeststellung Phase III FPS-H .....                             | 58  |
| Abbildung 3-13: Ablauf der Eignungsfeststellung Phase III FPS-F .....                             | 61  |
| Abbildung 4-1: Reihenfolge der Ergebnisdarstellung.....   | 70  |
| Abbildung 4-2: PMT 1.Stichprobe – Screeplot .....   | 72  |
| Abbildung 4-3: PMT 2.Stichprobe - Screeplot .....   | 75  |
| Abbildung 4-4: SMT 1.Stichprobe - Screeplot .....   | 78  |
| Abbildung 4-5: SMT 2.Stichprobe - Screeplot .....   | 82  |
| Abbildung 4-6: ICT 1.Stichprobe – Screeplot.....  | 88  |
| Abbildung 4-7: ICT 2.Stichprobe - Screeplot .....   | 94  |
| Abbildung 4-8: ICA 90 II 1.Stichprobe - Screeplot .....   | 99  |
| Abbildung 4-9: ICA 90 II 2.Stichprobe - Screeplot .....   | 104 |
| Abbildung 7-1: MMTM FPS-H – Screeplot.....  | 159 |
| Abbildung 7-2: MMTM FPS-F – Screeplot .....   | 163 |

## Abkürzungsverzeichnis

|             |  |
|-------------|--|
| AAC         | British Army Air Corps                                 |
| ACT         | Aviation Classification Test                           |
| ACQE        | Aviation Cadet Qualifying Examination                  |
| AFOQT       | Air Force Officer Qualifying Test                      |
| BAT         | Basic Attributes Test                                  |
| BestME      | Prüfmethodische Bestimmungen der Bundeswehr            |
| CAT         | Computergestütztes-Adaptives-Testsystem                |
| CAE         | CAE Elektronik GmbH                                    |
| CCT         | Complex Coordination Test                              |
| CRM         | Crew Resource Management                               |
| CVT         | Control of Velocity Test                               |
| DLR         | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt              |
| EADS        | European Aeronautic Defence and Space Company          |
| ENJJPT      | Euro NATO Joint Jet Pilot Training                     |
| EVT         | Eignungs- und Verwendungstests                         |
| FAR         | Flight Aptitude Rating                                 |
| FlgDst      | Fliegerischer Dienst                                   |
| FMI         | Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe               |
| FPK         | Fliegerpsychologische Klassifikation                   |
| FPS-80      | Fliegerpsychologisches System                          |
| FPS-F       | Fliegerpsychologisches System Fläche                   |
| FPS-H       | Fliegerpsychologisches System Hubschrauber             |
| ICA         | Instrument Coordination Analyser                       |
| ICA 90      | Instrument Coordination Analyser 90                    |
| ICA 90 II   | Instrument Coordination Analyser 90 II                 |
| ICT         | Instrument Coordination Test                           |
| IFT         | Initial Flight Training                                |
| INFAT-CALC  | Informationsverarbeitungstest-Calculation              |
| INFAT-INCOM | Informationsverarbeitungstest-Instrument Comprehension |
| INS-B       | Instrument Comprehension Test                          |
| IPT         | Initial Pilot Training                                 |

|             |  |
|-------------|--|
| JET         | Verwendungseignung Jetpilot                      |
| KMO         | Kaiser-Meyer-Olkin-Test                          |
| LEK         | Langzeiterfolgskontrolle                         |
| LOPO        | Verwendungseignung Luftoperationsoffizier        |
| MAT-62      | Raven Matrizenest der Royal Air Force            |
| MAZ 20      | Matrizenest 20                                   |
| MEC-B       | Mechanical Aptitude Test                         |
| MICROPAT    | Microcomputerized Personnel Aptitude Tests       |
| MSA         | Measure of sampling adequacy                     |
| OPZ         | Offizierbewerberprüfzentrale                     |
| PAF         | Hauptachsenanalyse                               |
| PCA         | Precision-Coordination-Analyser                  |
| PCSM        | Pilot Candidate Selection Method                 |
| PMT         | Psychomotorischer-Test                           |
| PTV         | Physikalisch-technisches-Verständnis-Test        |
| RAF         | Royal Air Force                                  |
| RT          | Rechentest                                       |
| SMA         | Sensory Motor Apparatus                          |
| SMT         | Sensomotorischer-Test                            |
| SAR-Mission | Search and Rescue- Simulations-Mission des FPS-H |
| TAS         | Turkish Air Force                                |
| TBAS        | Test of Basic Aviation Skills                    |
| THCT        | Two-hand Coordination Test                       |
| TRANS/PROP  | Verwendungseignung Transportpilot                |
| UPT         | Undergraduate Pilot Training                     |
| SUPT        | Spezialized Undergraduate Pilot Training         |
| VA          | Visuelle Analogien                               |
| WFT         | Wegfiguren-Test                                  |
| WSO         | Verwendungseignung Waffensystemoffizier          |
| ZNwG        | Zentrum für Nachwuchsgewinnung                   |

# 1 Einleitung

Um die Flugsicherheit bei stetig steigenden Verkehrsaufkommen auch weiterhin weltweit zu gewährleisten und zu verbessern, werden alle sicherheitsrelevanten Bereiche der Luftfahrt - veranlasst durch Flugunfallanalysen sowie mithilfe anwendungsorientierter konzertierter Forschung der Herstellerfirmen (z.B. EADS), der internationalen Flugsicherungsorganisationen (z.B. EUROCONTROL), der Fluggesellschaften (z.B. Lufthansa) und der zuständigen staatlichen Forschungsinstitutionen (z.B. DLR, FMI) - ständig weiterentwickelt.

Die Ergebnisse der Forschungsvorhaben und Flugunfallanalysen der letzten Jahrzehnte führten in der Luft wie am Boden zu verbesserten Regularien, neuentwickelten Instrumenten bzw. Computerprogrammen (z.B. Hochintegrierte Informationsdisplays) sowie zusätzlichen obligatorischen Trainingsmaßnahmen (z. B. CRM). Insofern war resp. ist die Mensch-Maschine-Dyade durch technologische Entwicklungen maschinenseitig starken Wandlungen unterworfen, demgemäß sehen sich sowohl zivile als auch militärische Piloten in den heutigen Cockpits mit Anforderungen (z. B. hochintegrierte Informationsdisplays) konfrontiert, die in zunehmend höherem Maße ihrer Informationsverarbeitungsfähigkeit bedürfen und zugleich in zunehmend geringerem Maße ihre psychomotorischen Fähigkeiten benötigen. Dieser Anforderungswandel verändert folglich auch die Leistungsanforderungen an zukünftige Pilotengenerationen der Bundeswehr und hieraus resultierend letztlich an die eignungsdiagnostischen Instrumentarien zur Auswahl geeigneter Bewerber, um die Sicherheit von Mensch und Maschine auch weiterhin zu gewährleisten. Dementsprechend wird auch die Feststellung des Grandseigneurs der militärischen Flugeignungsdiagnostik Sigmund Geratewohl (1987) ihre Gültigkeit heute und in Zukunft nicht verlieren:

„Für den Bereich der Militärfliegerei stehen Zweck und Nutzen einer gezielten und effektiven Fliegerauslese außer Frage. Der Ausschluß ungeeigneter Bewerber ist schon aus Gründen der Sicherheit notwendig. Er dient damit nicht nur den Fliegertruppen und den Streitkräften, sondern auch der Allgemeinheit durch Verhinderung von Ineffizienz und Fehlinvestitionen. Über dem Ziel des erfolgreichen kriegerischen Einsatzes und der Zerstörung von Gut und Leben steht das der Erhaltung von Gut und Leben: des Menschen und des Materials. Der ungeeignete Flieger, in welcher Phase der Ausbildung oder des Einsatzes er sich befinden mag, bedeutet immer eine Gefahr für sich selbst und die anderen, gleichgültig ob es sich dabei um einen Kameraden im Cockpit, Passagiere oder Menschen auf dem Erdboden handelt.“

Mit Beginn des Jahres 2010 wurde für Phase II des Pilotenauswahlprozesses der Bundeswehr das neue psychologische Auswahlssystem ICA 90 II in Betrieb genommen. Im Zuge der bisherigen Evaluation wurden reliable Messkategorien für die einzelnen Subtests des ICA 90 II anhand der vorgegebenen „psychotypischen“ Flug- bzw. Testaufgaben entwickelt und ausgewählt, die eine Beurteilung der Bewerberleistungen ermöglichen.

Eine Analyse der konkurrenten Zusammenhänge zwischen den einzelnen Subtests sowie eine detaillierte Analyse der prädiktiven Zusammenhänge zwischen den Messkategorien aus Phase II und den Bewerberleistungen in Phase III wurde bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vorgenommen.

Die in der vorliegenden Arbeit durchgeführte Analyse dient demgemäß einerseits der Validierung der bisherigen Messkategorien und ermöglicht andererseits eine Überprüfung der Faktorenstruktur der bisher psychometrisch unverbundenen Messkategorien des Testsystems ICA 90 II. Insofern wird durch eine psychometrisch abgesicherte Faktorisierung und Gewichtung der Einzeltestleistungen die Weiterentwicklung der fliegerischen Eignungsdiagnostik angestrebt bzw. vorangetrieben.

Im Folgenden wird zunächst die Entwicklung der flugpsychologischen Eignungsdiagnostik nachgezeichnet, hieran anschließend werden die bearbeitete Fragestellung sowie die genutzten Methoden expliziert, sodann werden die erzielten Ergebnisse beschrieben sowie die hieraus resultierenden Konsequenzen diskutiert.

## 1.1 Entwicklung der Flugeignungsdiagnostik

### 1.1.1 Anfänge der Flugeignungsdiagnostik

Am 17. Dezember 1903 sollen die Gebrüder Wright anhand eines Münzwurfes entschieden haben, dass Orville den „Flyer“ (erstes kontrolliert gesteuertes Motorflugzeug der Welt nach dem Prinzip „schwerer als Luft“) bei seinem Jungfernflug steuern sollte. In den folgenden Jahren entwickelten Mediziner und Psychologen in Italien, Frankreich, Deutschland, Großbritannien und den USA, befördert durch den Ersten Weltkrieg, beinahe zeitgleich die ersten Verfahren zur militärischen Flugeignungsdiagnostik. Aufgrund ebendieser Untersuchungen wurde schon bald ein differenziertes Fertigungs- bzw. Fähigkeitsprofil von erfolgreichen Piloten angenommen. Giuseppe Gardenigo (zit. in Dockeray & Isaacs, 1921), unter dessen Ägide während des ersten Weltkrieges die ersten italienischen Testverfahren entwickelt wurden, kam bsp. zu folgendem Urteil:

„a good airplane pilot is one who to a sufficient speed of perception and to a notable degree of extension and distribution of attention, adds constancy, precision, coordinating ability of psycho-motor activity, and who possesses a sufficient inhibitory power of emotive reactions not to be disturbed in the above functions on account of emotional stimulus.“

Neben den Ausführungen von Gardenigo werden seit Anbeginn der militärischen Flugeignungsdiagnostik in allen Nationen psychologische Konstrukte wie Intelligenz, Informationsverarbeitung/Wahrnehmungsgeschwindigkeit, Psychomotorik, Wissen und Persönlichkeit, als grundlegende Fähigkeitsdimensionen, hinsichtlich derer Piloten klassifiziert und selektiert werden sollten, angenommen.

In den nachfolgenden 90 Jahren wurden vielfältige psychologische Testverfahren bezüglich ihrer Vorhersagekraft in der Pilotenauswahl erprobt. Neben den hier berichteten psychologischen Testverfahren wurden/werden selbstverständlich auch medizinische bzw. physiologische Verfahren zur fliegerischen Tauglichkeit entwickelt und eingesetzt, auf diese wird hier allerdings nicht weiter eingegangen.

Im Nachstehenden wird die fortlaufende Entwicklung der psychologischen Flugeignungsdiagnostik der letzten 90 Jahre, einerseits unter dem Gesichtspunkt der (technischen) Operationalisierungen sowie andererseits unter Berücksichtigung der dahinterliegenden psychologischen Konstrukte, nachgezeichnet. Hierbei liegt das Hauptaugenmerk auf Verfahren zur Messung der Intelligenz und Informationsverar-

beitung, der Psychomotorik, des mathematisch-naturwissenschaftlichen und technischen Verständnisses bzw. Wissens sowie der Rechenfertigkeit. Auf Verfahren zur Persönlichkeitseinschätzung und auf biographische Fragebögen sowie andere Verfahren (siehe hierzu Hunter, 1989) wird, angesichts der fehlenden Relevanz für diese Arbeit, nicht eingegangen.

Wenngleich hier einzeln auf die o. g. Fähigkeitsbereiche eingegangen wird, sei vorweg ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bei jedweder militärischen Flugeignungsbeurteilung die Ergebnisse der einzelnen Fähigkeitsbereiche gemeinsam in die endgültige Bewertung eingingen und –gehen, dies zumeist auch vor dem Hintergrund durchgeführter Einzelinterviews mit den Bewerbern sowie eingehender Diskussionen einer Auswahlkommission, um somit ein möglichst dezidiertes und vollständiges Leistungs- bzw. Fähigkeitsprofil der Bewerber zu erhalten.

### **1.1.2 Militärische Flugeignungsdiagnostik 1914-1918**

Wie bereits erwähnt, wurden während des 1. Weltkrieges die ersten Verfahren zur Flugeignungsdiagnose entwickelt. Noch während des Krieges entwickelten Italien Frankreich, Großbritannien und die USA unabhängig voneinander einzelne psychomotorische Verfahren (Apparatus-Tests) zur Messung der Wahrnehmungsgeschwindigkeit, der Aufmerksamkeit, der Schreckreaktion, der Wahrnehmung des muskulären Aufwands sowie einfache psychomotorische Reaktionszeitaufgaben (für eine detaillierte Darstellung s. Dockeray & Isaacs, 1921). Zudem verwendete die US Army laut Hilton & Dolgin (1991) den US Army Alpha Test (Yerkes, 1919) als ersten Paper-Pencil Intelligenztest zur Vorauswahl von Piloten.

Zur gleichen Zeit verfolgte Kornfeld (1919) in Deutschland einen anderen Ansatz, er entwickelte einen komplexen Apparatus-Test, da er der Ansicht war, dass Aufgaben konstruiert werden sollten,

„unter denen die Versuchsperson in seelisch ähnlicher Weise beansprucht wird wie bei einem Flugakt. Und diese Beanspruchung soll sich nicht auf irgendeine herausanalyisierte seelische Einzelfunktion erstrecken sondern gerade auf den in Frage kommenden Gesamtkomplex psychischen Leistens.“

In dem von Kornfeld entwickelten Test mussten die Versuchspersonen in einem dynamischen Flugszenario eine Haupt- und bis zu drei Nebenaufgaben bearbeiten, hierdurch konnten selektive Aufmerksamkeit, Vigilanz, sowohl visuell als auch audi-

tiv, Informationsverarbeitung und Reaktionsgeschwindigkeit gemessen werden, aus den einzelnen Testleistungen wurde ein Gesamtscore gebildet.

Leider sind weder in Italien noch in den übrigen Staaten Ergebnisse über die Zusammenhänge zwischen den erzielten Testergebnissen der Bewerber und deren tatsächlichen fliegerischen Leistungen berichtet worden (Kornfeld, 1919; Dockery & Isaacs, 1921).

### **1.1.3 Militärische Flugeignungsdiagnostik bis 1945**

Nach dem ersten Weltkrieg wurden in vielen Staaten neue Eignungsdiagnostika für die Pilotenauswahl entwickelt, zu Beginn des zweiten Weltkrieges wurden diese Anstrengungen noch weiter intensiviert, da sich zum einen die Anzahl der benötigten Piloten steigerte und sich zum anderen die Ausbildungszeiten für die Piloten verkürzen mussten.

In den USA wurden nach dem ersten Weltkrieg zunächst drei Paper-Pencil Intelligenz- und Verständnistests eingesetzt, einerseits die Aviation Cadet Qualifying Examination (ACQE) bei den Army Air Forces, sowie andererseits das Flight Aptitude Rating (FAR) und der Aviation Classification Test (ACT) bei der US Navy. Die ACQE überprüfte Intelligenz, mechanisches Verständnis, Entscheidungs-/Reaktionsgeschwindigkeit, emotionale Kontrolle und geteilte Aufmerksamkeit. Das FAR beinhaltete den Bennet Mechanical Comprehension Test sowie einen Biographischen Fragebogen. Der ACT ist eine Weiterentwicklung des Wonderlic Personnel Intelligenztest.

Die von Fiske 1947 durchgeführte Evaluation des FAR und des ACT mit dem Auslenkriterium Ausbildungserfolg (Pass/Fail) ergab für den FAR einen korrelativen Zusammenhang von  $r=.43$ , die ACT Subtests wiesen mit dem Kriterium Pass/Fail Korrelationen zwischen  $.08$  und  $.35$  auf (Hunter, 1989).

Während des 2. Weltkrieges wurden bei den Army Air Forces zusätzliche Tests eingesetzt, namentlich General Information, Instrument Comprehension, Mechanical Principles und Dail & Table Reading, diese wurden von Melton 1947 anhand des Kriteriums Ausbildungserfolg evaluiert, die Korrelationen mit dem Kriterium (Pass/Fail) lagen zwischen  $r= .40$  und  $.51$  (Hunter, 1989; Griffin & Koonce, 1996).

Parallel zu den Paper-Pencil Tests wurde in den USA große Aufmerksamkeit auf die Entwicklung psychomotorischer Tests (z. B. Mashburn, 1934) gelegt, auch diese

wurden von Melton 1947 anhand des Ausbildungserfolges evaluiert, so korrelierte der Ausbildungserfolg mit dem Complex Coordination Test (CCT) zu  $r = .33$ , mit dem Two-hand Coordination Test (THCT) zu  $r = .31$ , dem Rudder Control Test zu  $r = .22$  sowie dem Rotary Pursuit with divided Attention zu  $r = .14$  (Griffin & Koonce, 1996).

In Großbritannien (Parry, 1947) wurden ein allgemeiner Intelligenztest, ein Rechen- test sowie der Sensory Motor Apparatus (SMA), ein Test zur Auge-Hand-Fuß- Koordination, und der Control of Velocity Test (CVT) entwickelt und eingesetzt. Parry berichtete einen Validitätskoeffizienten von  $r = .26$  für den Gesamtscore mit dem Kri- terium Ausbildungserfolg (Pass/Fail), jedoch keine Validitätskoeffizienten für die ein- zelnen Tests.

Signori (1949) berichtete über die Entwicklung, den Einsatz und die Evaluation zwei- er Paper-Pencil-Tests (Mechanical Reasoning und Math & Physics Proficiency) und eines psychomotorischen Tests (Visual Link Test of Flying Aptitude) in Kanada, diese korrelierten mit dem Kriterium Ausbildungserfolg (Pass/Fail) zu  $r = .21$ ,  $r = .14$  und  $r = .41$ .

In Deutschland (Gerathewohl, 1950) wurden für die Fähigkeitsbereiche logisches Denken, Gedächtnis, Beobachtungsgabe, Orientierungsfähigkeit, Technisches Ver- ständnis, Rechenfertigkeit, Aufmerksamkeit und Psychomotorik (Auge-Hand-Fuß- Koordination) Tests entwickelt und eingesetzt. Gerathewohl berichtete, dass 95% der als geeignet klassifizierten Kandidaten die Pilotenausbildung erfolgreich abschlos- sen, Validitätskoeffizienten für die einzelnen Tests berichtete er jedoch nicht.

Zusammenfassend sind die bis zum Ende des 2. Weltkrieges verwendeten Prädiktorengruppen in den unterschiedlichen Ländern als relativ ähnlich zu bezeich- nen. Die Konzentration liegt zu dieser Zeit auf Verfahren zur Messung von Intelli- genz, Aufmerksamkeit, Wissen und Psychomotorik.

#### **1.1.4 Internationale militärische Flugeignungsdiagnostik seit 1946**

Nach dem 2. Weltkrieg und in den folgenden 25 Jahren wurden in den meisten Staaten die bereits existierenden erfolgreichen Paper-Pencil Tests beibehalten, verbessert und evaluiert, jedoch wurde zunächst kein Versuch unternommen neue Tests zu entwickeln.

In den USA lagen die Validitätskoeffizienten der verwendeten Paper-Pencil Tests bei der US Air Force und der US Navy im Zeitraum von 1946 bis 1970 zwischen .57 und .60 (Hilton & Dolgin, 1991). Die US Army entwickelte nach dem zweiten Weltkrieg eine eigenständige Flugeignungsdiagnostik, da sie im Gegensatz zu Air Force und Navy auch Bewerbern mit niedrigem Bildungsgrad den Zugang zur Pilotenausbildung ermöglichen wollte. Zusätzlich zu den bereits verwendeten Paper-Pencil Tests wurde dort 1966 der Flight Aptitude Selection Test (FAST) eingeführt, der sich aus den Bereichen, Persönlichkeit, räumliche Wahrnehmung, mechanische Fähigkeiten und Wissen sowie aeronautischem Wissen zusammensetzte. McMullin & Eastman berichteten 1978 (zit. nach Brown, Dohme, & Sanders, 1982) über Validitätskoeffizienten der einzelnen Subskalen von  $r = .38$  bis  $r = .44$  zu dem Pass/Fail-Kriterium Ausbildungserfolg. Aufgrund der veränderten Aufgaben der Army-Piloten entwickelten Brown et al. eine revidierte Fassung des FAST (RFAST), die von den ursprünglichen 12 Subtest auf sieben Subtests reduziert wurde. Der RFAST-Gesamtscore weist einen Validitätskoeffizienten von  $r = .33$  mit dem Pass/Fail-Kriterium Ausbildungserfolg auf (Brown, Dohme, & Sanders, 1982). Für die Air Force entwickelten Hunter & Thompson Mitte der 1970er Jahre eine neue Version des seit 1957 bis heute in abgewandelter Form (im 7-Jahresturnus werden neue Versionen entwickelt) genutzten Air Force Officer Qualifying Test (AFOQT), der sich aus den Subskalen verbal analogies, table reading, electrical maze, block counting, scale reading, tools, mechanical comprehension, instrument comprehension und einem zusätzlichen Biographischen Fragebogen zusammensetzt. Hunter berichtete einen Validitätskoeffizienten von  $r = .40$  für den AFOQT-Gesamtscore mit dem Pass/Fail-Kriterium Ausbildungserfolg (Hunter, 1989).

Die Verwendung psychomotorischer Tests wurde in den USA 1953 zunächst eingestellt, dies geschah nicht aufgrund schlechter Validitätskoeffizienten ( $r = .31-.33$ ), sondern resultierte aus der fehlenden Robustheit der verwendeten elektromechanischen Apparate. Zur damaligen Zeit existierten mehrere Teststandorte, daher mussten die Testgeräte immer wieder zu den unterschiedlichen Standorten transportiert und an den jeweiligen Standorten auf- bzw. abgebaut werden (Griffin & Koonce, 1996). Erst 1971 wurden von Sanders, Valentine & McGrevy (zit. nach Hunter, 1989) in den USA wieder zwei computerbasierte psychomotorische Tests auf Grundlage des CCT und des THCT entwickelt und evaluiert. Die 15 Einzeltestwerte (Anzahl der Fehler in mehreren Runden) des THCT korrelierten mit dem Pass/Fail-Kriterium Ausbildungserfolg zwischen  $r = -.04$  und  $r = -.24$ , die 20 Einzeltestwerte des CCT korrelierten mit dem Pass/Fail-Kriterium Ausbildungserfolg zwischen  $r = -.09$  und  $r = -.42$ , der CCT-Gesamtscore zu  $r = -.29$  (Hunter, 1989).

Ausgelöst durch die fortschreitende Automatisierung der Cockpits (z. B. Autopilot, Navigationssysteme) veränderte sich Anfang der 1970er Jahre die Sichtweise auf die Tätigkeiten sowie die hierfür benötigten Fertig- und Fähigkeiten eines Piloten in den USA. Die bisherige Annahme, dass die Steuerung eines Flugzeuges hauptsächlich psychomotorische Fähigkeiten verlangte, wurde abgelöst durch die Überzeugung, dass die Tätigkeit eines Piloten vor allem der Fähigkeit zur schnellen Informationsverarbeitung bedarf (z. B. Gordon & Leighty, 1988). Aufgrund dieser veränderten Sichtweise entwickelte Damos 1972 für das US Militär Dual-Task- bzw. Multitasking-Aufgaben (Damos, 1978).

Aufbauend auf den Ergebnissen von Damos sowie Sanders et al. entwickelten und evaluierten Carretta & Ree 1989 den computergestützten Basic Attributes Test (BAT), der aus den beiden psychomotorischen Tests CCT und THCT, mehreren kognitiven Tests zu Wahrnehmungsgeschwindigkeit, mentaler Rotation, Kurzzeitgedächtnis und Multitasking, sowie einem Persönlichkeitstest und einem Biographischen Fragebogen besteht. Die Evaluation erfolgte gemeinsam mit dem AFOQT anhand des dichotom codierten Ausbildungserfolges (Carretta, 1989; Carretta & Ree, 1993). Die von Carretta & Ree durchgeführten Regressionsanalysen ergaben für den AFOQT ein  $R = .169$ , für den Gesamtscore der beiden psychomotorischen Tests CCT und THCT ein  $R = .256$ . Die drei kognitiven Tests zur Wahrnehmungsgeschwindigkeit, zur mentalen Rotation und zum Kurzzeitgedächtnis zeigten einen Zusammenhang von  $R = .214$ ,  $R = .156$  und  $R = .192$ . Der Test zur Anspruchsniveausetzung und

der Fragebogen zum Risikoverhalten zeigten einen Zusammenhang von  $R=.171$  bzw.  $R= .123$ , die übrigen Tests zeigten keine Zusammenhänge zum Kriterium. Das schrittweise Regressionsmodell, das die Tests AFOQT, CCT, THCT, Wahrnehmungsgeschwindigkeit, mentale Rotation und Kurzzeitgedächtnis, sowie einen Test zur Anspruchsniveausetzung und einen Fragebogen zum Risikoverhalten beinhaltete, ergab ein  $R= .436$ .

Unter anderem führten die Ergebnisse der vorgenannten Evaluation dazu, dass die US Air Force 1993 die Pilot Candidate Selection Method (PCSM) einführte, diese beinhaltete letztlich einen Gesamtwert des AFOQT sowie sechs einzelne Werte des BAT (Psychomotorik-Gesamtwert, Wahrnehmungsgeschwindigkeit, mentale Rotation, Kurzzeitgedächtnis, Multitasking, Risikoverhalten) und eine Beurteilung der früheren Flugerfahrung. Der Validitätskoeffizient von  $r= .31$  des PCSM-Gesamtergebnisses mit dem Ausbildungserfolg (Pass/Fail) im Undergraduate Pilot Training (UPT) basiert auf einer Stichprobe von 1112 US Air Force Flugschülern (Carretta, 1992; Carretta & Ree, 1994).

In einer weiteren Evaluation (Carretta, 2000) der prädiktiven Validität des PCSM auf das Specialized Undergraduate Pilot Training (SUPT), dieses ersetzte das UPT, wurden die Leistungen der Bewerber, abhängig von ihrem PCSM-Gesamtergebnis in vier Gruppen (GR) aufgeteilt (Prozentränge von 1-25 = GR 1; 26-50 = GR 2; 51-75 = GR 3; 76-100 = GR 4). Die Ausbildungserfolgsraten der vier GR waren wie folgt: GR 1= 58,5%; GR 2= 69,7%; GR 3= 81,8%; GR 4= 92,1%. Aufgrund dieser Ergebnisse empfahl Carretta für den PCSM einen Cut-Off-Wert > Prozentrang 50 einzuführen.

In einer weiteren Veröffentlichung berichteten Carretta & Ree (2003), dass hohe PCSM-Scores die Wahrscheinlichkeit der Bewerber erhöhen, die Jet-Ausbildung abzuschließen, weniger Flugstunden zu benötigen, bessere Beurteilungen zu erzielen und eine Kampffjet-Qualifizierung zu erhalten.

Carretta (2011) berichtet in einer rezenten Studie von der gemeinsamen Evaluation des weiterentwickelten BAT, der in der neuen Version unter dem Namen Test of Basic Aviation Skills (TBAS) firmiert, mit zwei weiteren Kennwerten des PCSM, dem AFOQT-Piloten-Subtest und der Beurteilung der früheren Flugerfahrung. In der regressionsanalytischen Evaluation bezüglich des Ausbildungserfolges (Pass/Fail) anhand von 883 US Air Force Flugschülern liegt die prädiktive Validität des TBAS-Gesamtscores, der sich aus den Fähigkeitsbereichen Psychomotorik, Multitasking und Räumliche Orientierung zusammensetzt, bei  $R= .215$ , die des AFOQT-Piloten-

Subtest bei  $R=.132$ , die der Flugerfahrung bei  $R= .082$  und die des PCSM-Gesamtscore bei  $R= .269$ .

Zusammenfassend betrachtet kann in den USA bis heute von einer konstanten Weiterentwicklung und Evaluation der Militärischen Flugeignungsdiagnostik gesprochen werden, dies gilt nicht nur für die beschriebenen Entwicklungen in der US Air Force sondern ebenso für die der US Navy und der US Army (siehe hierzu zusammenfassend Griffin & Koonce, 1996). Psychometrisch stützt sich die Flugeignungsdiagnostik der US Air Force heute einerseits auf Paper-Pencil Intelligenz- und Wissenstests und andererseits auf computergestützte Tests zu Psychomotorik, Wahrnehmungsgeschwindigkeit, Räumlicher Orientierung, Kurzzeitgedächtnis, Multitasking und Risikobereitschaft. Die unkorrigierten Validitätskoeffizienten sind in den letzten 20 Jahren stabil zwischen  $.20$  und  $.36$  für die einzelnen Subtest, die Gesamtergebnisse des PCSM liegen zwischen  $.27$  und  $.31$  (Carretta, 1992; Carretta, 2011).

Die Royal Air Force (RAF) behielt ihre Paper-Pencil Tests Raven Matrices (MAT-62), Mechanical Aptitude Test (MEC-B) und Instrument Comprehension (INS-B) nach dem 2. Weltkrieg ebenfalls bei. Im Gegensatz zu den USA wurden in Großbritannien aber auch die psychomotorischen Tests SMA und CVT weiter genutzt, da zu dieser Zeit bereits eine zentrale Pilotenauswahl (Officer and Aircrew Selection Center) bei der RAF in Biggin Hill stattfand. Die Validitätskoeffizienten mit dem Aussenkriterium Ausbildungserfolg (Pass/Fail) lagen für den SMA bei  $r= .21$  und für den CVT bei  $r= .18$  (Hunter, 1989).

Im Zuge der Adaption für die computergestützte Testung wurden 1981 von Bartram, Dale, Bayliss & Farnsworth (zitiert nach Bartram & Dale, 1991) die bereits in der Pilotenauswahl genutzten Tests (INS-B, MAT-62, MEC-B, SMA, CVT) nochmals hinsichtlich ihrer prädiktiven Validität überprüft. Hierbei zeigte sich, dass nur SMA, CVT und INS-B angemessene Validitäten aufwiesen, daher wurden von den bereits existierenden Tests auch nur SMA, CVT und INS-B in die computergestützte Testung, PHASE I genannt, überführt (Hunter & Burke, 1987).

Zusätzlich wurden in Zusammenarbeit mit der University of Hull die Microcomputerized Personnel Aptitude Tests (MICROPAT) entwickelt, diese beinhalteten weitere psychomotorische Tests sowie Tests zur Informationsverarbeitung. Die anhand des dichotomen Kriteriums Ausbildungserfolg vorgenommene Evaluation der MICROPAT mittels logistischer Regression ergab eine korrekte Klassifikation in

81,48% der Fälle (Bartram & Dale, 1991). In einer weiteren Validitätsuntersuchung überprüften Burke, Hobson, & Linsky (1997) anhand mehrerer Stichproben die Vorhersagekraft des SMA, des CVT, des INS-B sowie des Gesamtscores Pilot Aptitude Index (PAI) auf das dichotome Kriterium Ausbildungserfolg. Die Gesamtstichprobe (n= 1760) setzte sich einerseits aus Teilnehmern der Ausbildung zum Flächenflugzeugführer (fixed wing) der RAF (n= 849) und der türkischen Luftwaffe (TAF; n= 570) sowie andererseits aus Teilnehmern der Hubschrauberausbildung (n= 341) des British Army Air Corps (AAC) zusammen. Burke et al. berichteten für die Gesamtstichprobe Validitätskoeffizienten des SMA von .15, des CVT von .15 und des INS-B von .16. Für den Gesamtscore PAI ergab sich für die RAF ein Validitätskoeffizient von .20, für das AAC von .35, für die TAF von .23 und für die Gesamtstichprobe von .24. Seit 2001 benutzt die RAF Tests zu Psychomotorik, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, mentaler Rotation, Aufmerksamkeitskapazität und schlussfolgerndem Denken, der korrigierte Validitätskoeffizient des Gesamtergebnisses dieser Tests liegt bei  $r = .52$  (Carretta & Ree, 2003).

In Norwegen wurden gegen Ende des 2. Weltkrieges die Auswahlinstrumentarien aus Großbritannien und Kanada für die Norwegische Luftwaffe adaptiert und bis in die 1990er Jahre immer weiter modifiziert. Vor Einführung einer computergestützten Version wurden die bis zu diesem Zeitpunkt genutzten Tests nochmals evaluiert. Die von Martinussen & Torjussen (1998) durchgeführte Evaluation ergab, dass nur die drei Tests Instrument Comprehension ( $r = .26$ ), Mechanical Principles ( $r = .19$ ) und Aviation Information ( $r = .21$ ) mit dem dichotomen Aussenkriterium Ausbildungserfolg substantielle Korrelationen aufwiesen. In einer weiteren Untersuchung der mittlerweile computergestützten Testbatterie der norwegischen Luftwaffe, wurden insgesamt 13 Tests anhand des dichotomen Aussenkriteriums Ausbildungserfolg evaluiert, hierbei ergaben sich Validitätskoeffizienten für die psychomotorischen Tests CVT und SMA von  $r = .18$  und  $r = .17$  sowie für Tests zur Arbeitsgedächtnisleistung, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und Vigilanz von  $r = .16$ ,  $r = .22$  und  $r = .20$ . Das Gesamtergebnis der Testbatterie korrelierte mit  $r = .26$  mit dem Aussenkriterium (Martinussen & Torjussen, 2004).

In Kanada (Spinner, 1991) wurde seit Anfang der 1990er Jahre eine andere Herangehensweise verfolgt, aufbauend auf dem psychomotorischen Test Visual Link Test of Flying Aptitude aus dem 2. Weltkrieg (Signori, 1949), wurde das Canadian Automated Pilot Selection System (CAPSS) entwickelt und evaluiert. Das CAPSS ist ein Flugsimulator einer leichten Propellermaschine. Die Testung (Gesamtdauer 2,5 Tage) der Bewerber beinhaltet vier, jeweils eine Stunde währende, Flugsimulationen. Vor bzw. nach den Flugsimulationen erhalten die Bewerber Briefings bzw. Debriefings und müssen sich zusätzlich anhand von Lernmaterialien auf die Flugsimulationen vorbereiten. Bei einer ersten Evaluation des CAPSS-Gesamtergebnisses mit dem Kriterium Ausbildungserfolg (Pass/Fail) lag der Validitätskoeffizient bei  $r = .27$  (Woychesin, 2002). In einer rezenten Evaluation von Darr (2009) schwächt sich der Validitätskoeffizient jedoch auf  $r = .15$  ab.

Betrachtet man die Entwicklungen der Flugeignungsdiagnostik in Großbritannien und Norwegen bis heute, so lässt sich, ähnlich wie in den USA, eine konstante Weiterentwicklung und Überführung in die computergestützte Testung des bereits Bewährten (Intelligenz, Wissen, Psychomotorik) sowie eine Ausweitung der genutzten computergestützten Instrumentarien auf den Fähigkeitsbereich der Informationsverarbeitung feststellen. Im Gegensatz hierzu steht die Entwicklung in Kanada, hier wurden aufgrund der Entwicklungen in der Computertechnik die traditionellen eher abstrakten Fähigkeitstests durch eine computer- bzw. simulationsgestützte Arbeitsprobe der späteren fliegerischen Ausbildung ersetzt.

Betrachtet man die internationale Flugeignungsdiagnostik zusammenfassend, so kann in den USA eher von einer unspezifischen auf allgemeine Fähigkeiten konzentrierten Flugeignungsdiagnostik gesprochen werden, da bei der Neu- und Weiterentwicklung diagnostischer Verfahren das Hauptaugenmerk auf domänenunspezifischen Verfahren (ohne fliegerischen Kontext) lag bzw. liegt (Carretta, 1992; Carretta & Ree, 1993; Carretta, 2011; Carretta & Ree, 2003). Im Vergleich dazu wurde und wird in Großbritannien, Norwegen und Kanada eher eine domänenspezifische Flugeignungsdiagnostik betrieben, d. h. die Tests zu Psychomotorik, Wissen und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit werden mit gezielt fliegerischen Kontext konstruiert. Ein abschließendes Resümee der unterschiedlichen internationalen sowie des deutschen Ansatzes wird in Kapitel 1.1.6 gezogen.

### 1.1.5 Militärische Flugeignungsdiagnostik seit 1955 in Deutschland

In Deutschland begann 1955 mit dem Wiederaufbau der Bundeswehr auch der der Luftwaffe, dies führte zunächst zu einigen Schwierigkeiten (Flik, 1988):

„Nach dem Kriege war aus vielerlei Gründen die Wehrfreudigkeit in der Bundesrepublik stark gesunken. Als Folge sanken sowohl die Quantität als auch die Qualität des Angebots an Flugzeugführern. Demgegenüber stand ein hoher Bedarf. Einerseits standen nur geringe Personalreserven in den entsprechenden Altersklassen, die für eine Ausbildung auf modernen Flugzeugen in Frage kamen [...] zur Verfügung, andererseits mußte die Forderung der NATO auf ein bestimmtes Soll an Flugzeugführern erfüllt werden.“

Diese Diskrepanz zwischen Bedarf und vorhandenem potenziellem Personal führte in Deutschland zeitweise zu schwerwiegenden Differenzen zwischen den tätigen Flugpsychologen und der Generalität, d. h. da die Flugpsychologen dem Drängen der Generalität nach einem Absenken des Prüfmaßstabes nicht „im gewünschten Umfang Folge leisteten, wurde auf die fliegerpsychologische Prüfung bei Fliegeroffiziersanwärtern verzichtet. Die militärische Führung nahm also lieber einen erhöhten Ausfall während der Ausbildung und damit erhöhte Kosten in Kauf, um der militärpolitischen Forderung der NATO gerecht werden zu können. Nur bei Bewerbern mit Volksschulbildung und vereinzelt mit Mittlerer Reife wurde die fliegerpsychologische Prüfung weiterhin durchgeführt, da bei diesen Bewerbern die Ausfälle in der psychologischen Prüfung sehr hohe waren und die Kosten für die Ausbildung dieser Bewerber nicht vertretbar gewesen wären.“ (Flik, 1988)

Die psychologische Eignungsbeurteilung für Bewerber mit Volksschulabschluss wurde anhand adaptierter quantitativer Tests der US- und Royal Air Force sowie verschiedener psychomotorischer Tests zur Sensomotorik, Mehrfacharbeit und Raumorientierung durchgeführt. Für erfolgreiche Bewerber folgte anschließend die sogenannte fliegerische Auswahlbildung, das fliegerische Screening. Absolventen der Realschule und des Gymnasiums gingen ohne vorherige fliegerpsychologische Prüfung direkt ins fliegerische Screening. 1963 korrelierte der fliegerpsychologische Gesamteignungsgrad mit dem Pass/Fail-Kriterium Ausbildungserfolg zu  $r = .33$  (Flik, 1988). In den Jahren 1966-67 beklagte die Luftwaffe schließlich hohe Unfallzahlen sowie auffällig hohe Ablösequoten bereits in der Ausbildung. Dies führte bereits 1967 zu einem angemessenen Problembewusstsein politischer Entscheidungsträger und hieraus resultierend auch zügig zu neuen Vorschriften für die „Fliegerpsychologischen Untersuchungen“ sowie zur Beschaffung und Erprobung neuer Testgeräte in den Jahren 1968-69 (Mitze, 1989).

Ab 1968 wurde die fliegerpsychologische Eignung der Bewerber, entsprechend der neuen Vorschriften, anhand einer sequentiellen dreistufigen Eignungsfeststellung bestimmt (Phase I: Fliegerpsychologische Vorauswahl; Phase II: Fliegerpsychologische Erstuntersuchung; Phase III: Fliegerisch-Fliegerpsychologisches Screening). Hierdurch konnten bereits vor der zeit- und kostenintensiven Phase III ungeeignete Bewerber in Phase I und II abgelehnt bzw. abgelöst werden. Die Ablösequoten lagen für Phase I bei ca.10%, für Phase II bei ca. 50% (25% fliegerpsychologische Untersuchung; 25% medizinische Wehrtauglichkeitsuntersuchung) sowie für Phase III bei ca. 20-25% (Gerathewohl, 1987).

Die Flugpsychologische Beurteilung aller Bewerber beruhte einerseits auf den Ergebnissen der üblichen Eignungs- und Verwendungstests (EVT) der bundeswehreiigen Testbatterie (Intelligenz-Struktur-Test; Lern- und Gedächtnistest, Wegfigurentest, Konzentrationsbelastungstest, Technischer Verständnistest), dem Culture Fair Test (CFT3) von Cattell und der Feststellung der Offizierseignung in Phase I sowie den von Gubser (1969) entwickelten psychomotorischen Tests Precision-Coordination-Analyser (PCA II), ein Test zur Mehrfach- und Feinkoordination (Sichtflug-Simulation), und Instrument-Coordination-Analyser (ICA), ein Test zu Informationsverarbeitung und Mehrfacharbeit (Instrumentenflug-Simulation), biographische Daten und ein exploratives Interview in Phase II sowie andererseits auf der erbrachten Leistung im fliegerischen Screening (Gerathewohl, 1987; Mitze, 1989). Eine Evaluation des Gesamtergebnisses des sequentiellen Auswahlverfahrens anhand des Ausbildungserfolges im UPT während des Zeitraumes von 1978 bis 1981 ergab eine Ablösequote von 7%, vor Einführung der sequentiellen Eignungsfeststellung lag die Ablösequote im UPT bei 15% (Gerathewohl, 1987). Eine weitere von Hansen 1986 (zitiert nach Gerathewohl, 1987) durchgeführte Validitätsuntersuchung ergab für vier Beurteilungskriterien (Navigation, Contact-, Instrumenten- und Formationsflug) während der Ausbildungsphase (UPT) und fünf Testergebnissen der Selektionsphase (ICA, PCAII, Intelligenzstrukturtest, Lern- und Gedächtnistest, Wegfigurentest, Konzentrationsbelastungstest) Korrelationen in Höhe von  $r = .40 - .55$ .

Anfang der 1980er Jahre wurden die Paper-Pencil Tests aus Phase I sukzessive in die Computergestützte Adaptive Testung (CAT) überführt (Wildgrube, 1982). Ab 1991 wurde das computergestützte Testsystem ICA 90 in Phase II verwendet, dieses beinhaltete mehrere Tests zu Psychomotorik, Mehrfacharbeit und Informationsverarbeitung und ersetzte ICA und PCAII (Braun, Wiegand, & Aschenbrenner, 1991).

Desweiteren wurden neben dem fliegerischen Screening die Flugsimulations-Auswahlgeräte Fliegerpsychologisches System (FPS 80), für zukünftige Flächenpiloten, und Fliegerpsychologisches System Hubschrauber (FPS-H), für zukünftige Hubschrauberpiloten, in Phase III eingesetzt (Hansen & Wolf, 2000). Bei einer Evaluation der Selektionsinstrumente aus Phase I, Phase II und des FPS 80 aus Phase III bzgl. des fliegerischen Screenings zeigte sich, dass der Einsatz des FPS 80 die prognostische Validität von  $r = .30$  auf  $r = .50$  steigerte (Gress & Willkomm, 1996), dies führte 1998 (Hansen & Wolf, 2000) zu einer Abschaffung des fliegerischen Screenings sowie dem bis heute gültigen Ablauf der fliegerischen Eignungsfeststellung und Ausbildung in der Bundeswehr (siehe Abbildung 1-1).



Abbildung 1-1: Phasen der fliegerischen Eignungsfeststellung und Ausbildung in der Bundeswehr

In zwei weiteren Evaluationen des sequentiellen Selektionsprozesses der Bundeswehr, dem Bericht der Langzeiterfolgskontrolle (LEK-Bericht) von Weber & Gress (2001) und dem Abschlussbericht zur Überprüfung der prädiktiven Validität von ICA 90 von Häcker & Bulheller (2005; 2006), wurden die Auswahlssysteme ICA 90 in Phase II und FPS 80 in Phase III analysiert. Hierbei wurden die prädiktiven Validitäten innerhalb des gesamten Auswahlprozesses (Phase I / Phase II / Phase III) sowie in

Bezug auf den Trainingserfolg in Phase IV (Initial Flight Training) der fliegerischen Ausbildung berichtet. Der LEK-Bericht belegt die Bedeutsamkeit der sequentiellen Eignungsbeurteilung, so zeigte sich, dass die Validitätskoeffizienten der Testverfahren der Offizierbewerberprüfzentrale (OPZ) aus Phase I bezüglich des FPS-80 aus Phase III bei  $r = .17$  bis  $r = .22$  lagen, während der Validitätskoeffizient des ICA 90 bzgl. des FPS-80 bei  $r = .46$  lag. Desweiteren wurden Validitätskoeffizienten des ICA 90 sowie des FPS-80 bzgl. des Initial Flight Trainings (IFT) in Phase IV von  $r = .14$  bzw.  $r = .41$  berichtet.

Auch die Ergebnisse der Untersuchung von Häcker & Bulheller (2005) belegen den Sinn des sequentiellen Auswahlprozesses und bestätigen die Ergebnisse von Weber & Gress (2001). Es zeigte sich, dass die Fliegerpsychologische Klassifikation (FPK) und der Gesamteignungsgrad des Zentrums für Nachwuchsgewinnung (ZNwG) mit dem Gesamteignungsgrad der Phase II Korrelationen von  $r = .17$  bzw.  $r = .31$  aufwiesen, während die FPK und der Gesamteignungsgrad der OPZ Korrelationen von  $r = .19$  und  $r = .14$  mit dem Gesamteignungsgrad der Phase II aufwiesen. Desweiteren zeigten sich Korrelationen der FPK und der Gesamteignungsgrade des ZNWG sowie der OPZ mit dem Gesamteignungsgrad der Phase III von  $r = .04$  und  $r = .19$  sowie  $r = .12$  und  $r = .23$ . Aufgrund der zu geringen Fallzahlen konnten keine tragfähig interpretierbaren Validitätskoeffizienten der FPK und des Gesamteignungsgrades der ZNWG mit dem Gesamteignungsgrad der Phase IV berechnet werden, die Validitätskoeffizienten der FPK und des Gesamteignungsgrades der OPZ bzgl. des Gesamteignungsgrades der Phase IV wiederum waren mit  $r = -.06$  und  $r = .00$  sehr gering. Im Gegensatz dazu sind die Validitätskoeffizienten sowohl des Gesamteignungsgrades der Phase II bzgl. der Gesamteignungsgrade der Phase III und IV mit  $r = .53$  und  $r = .20$  als auch der Validitätskoeffizient des Gesamteignungsgrades der Phase III bzgl. des Gesamteignungsgrades der Phase IV mit  $r = .35$  hoch.

Zusammenfassend kann auch in Deutschland von einer stetigen, den technischen Neuerungen angepassten, Weiterentwicklung der Flugeignungsdiagnostik gesprochen werden. Die deutsche Flugeignungsdiagnostik bildet ein Amalgam aus dem US-amerikanischen Ansatz der domänenunspezifischen Verfahren (z. B. Intelligenz und Konzentration) in Musterung und Phase I, dem britischen und norwegischen domänenspezifischen Ansatz, d. h. Tests zu Psychomotorik, Wissen und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit im fliegerischen Kontext (Phase II) sowie dem kanadischen Ansatz, der simulationsgestützte Arbeitsproben der fliegerischen Ausbildung

verwendet (Phase III). Diese seit 1969 eingesetzte sequentielle Selektionsstrategie der Bundeswehr zahlt sich offenbar aus, wie ein Vergleich der Ablösequoten während der UPT zwischen den NATO-Partnern USA, Großbritannien und Deutschland für den Zeitraum 1978 -1981 belegt. Denn es zeigte sich, dass die deutsche Selektionsstrategie mit einer Ablösequote von nur 7% den Selektionsstrategien der USA (US Air Force= 24%; US Navy = 30%; US Army = 28 %) und Großbritanniens (30%) weit überlegen ist (Gerathewohl, 1987).

Im folgenden Abschnitt werden sowohl die deutschen als auch die internationalen Verfahren der Flugeignungsdiagnostik abschließend bewertet.

### 1.1.6 Abschließende Bewertung

Auf Grundlage eignungsdiagnostischer Evaluationsuntersuchungen haben sich vereinfacht gesagt, zwei Lager mit unterschiedlichen theoretischen Grundannahmen herausgebildet. Auf der einen Seite, in Anlehnung an das hierarchische Modell menschlicher Fähigkeiten (Vernon, 1961), die Verfechter eines Superfaktors menschlicher Fähigkeiten, durch welchen alle spezifischen Fähigkeiten und Fertigkeiten bedingt sein sollen. Auf der anderen Seite, in Anlehnung an das Modell multipler Faktoren (siehe zusammenfassend Pawlik, 1968), die Verfechter der unabhängigen Faktoren menschlicher Fähigkeiten, die ein differenziertes Fähigkeits- und Fertigungsprofil eines Individuums annehmen und davon ausgehen, dass ein Individuum einerseits herausragende Fähigkeiten in einem bestimmtem Bereich besitzen kann, ohne zugleich in anderen Bereichen vortrefflich sein zu müssen.

Betrachtet man die Ergebnisse der häufig zitierten Metaanalysen zur Validität und Nützlichkeit von eignungsdiagnostischen Instrumenten in der Personalpsychologie von Hunter & Hunter (1984) und Schmidt & Hunter (1998), zeigt sich zum einen, dass generelle Intelligenz ( $r = .58-.23$ ) und generelle Wahrnehmungsfähigkeiten ( $r = .52-.24$ ) bei komplexen Tätigkeiten eine hohe und bei einfachen Tätigkeiten eine niedrige Vorhersagefähigkeit aufweisen, während die Vorhersagefähigkeit von generellen motorischen Fähigkeiten ( $r = .21-.48$ ) zunimmt, wenn die Komplexität der ausgeführten Arbeit abnimmt (Hunter & Hunter, 1984). Zum anderen weisen Generelle Intelligenztests ( $r = .51$ ), Arbeitsproben ( $r = .54$ ) und Tests zu spezifischen Berufskennnissen ( $r = .48$ ) ähnlich hohe Validitätskoeffizienten mit dem Berufserfolg auf (Schmidt & Hunter, 1998).

Hingegen zeigt sich in der meistzitierten Metaanalyse der flugpsychologischen Eignungsdiagnostik von Hunter & Burke (1994), in der 68 Primäruntersuchungen ( $N = 437.258$ ) aus den Jahren 1949-1990 analysiert wurden, für den Beruf des Flugzeugführers ein bedeutend geringerer Einfluss der generellen Intelligenz. Die höchsten Validitätskoeffizienten hinsichtlich des Ausbildungserfolges von Flugzeugführern werden für Arbeitsproben ( $r = .34$ ), psychomotorische Maße ( $r = .32$ ) und Mechanisches Verständnis ( $r = .29$ ) identifiziert, während allgemeine intellektuelle Fähigkeiten nur geringe Validitätskoeffizienten ( $r = .13$ ) aufweisen. Auch in der Metanalyse von Martinussen (1996) werden vergleichbare Ergebnisse berichtet, so weisen Tests zur Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und -kapazität ( $r = .22$ ), Luftfahrt-

Wissenstests ( $r = .26$ ) und psychomotorische Tests ( $r = .19$ ) die höchsten Validitätskoeffizienten auf, während sich für allgemeine Intelligenztests ebenfalls ( $r = .12$ ) ein geringerer Validitätskoeffizient ergibt. Zusätzlich bezog Martinussen aggregierte Maße, die sich hauptsächlich aus kognitiven und psychomotorischen Tests zusammensetzten, in die Analyse ein, deren berichteter Validitätskoeffizient liegt im Mittel bei  $r = .30$ . Desweiteren bestätigt die Metaanalyse von Häcker & Liebig (2005), in der ausschließlich Multitasking-Aufgaben ( $r = .21$ ) hinsichtlich Ihrer Vorhersagekraft auf den Ausbildungserfolg von Piloten betrachtet wurden, den von Martinussen berichteten Validitätskoeffizienten für Informationsverarbeitungstests.

Betrachtet man die berichteten Befunde der Kapitel 1.1.1 bis 1.1.5 zusammenfassend, so fällt zunächst der sukzessive Abfall der Validitätskoeffizienten von 1940 bis heute in den internationalen Primäruntersuchungen auf, dies bestätigen auch die Metaanalysen von Hunter & Burke (1994) und Martinussen (1996). Ein Effekt, der in Deutschland nicht zu beobachten ist. Eine Erklärung hierfür ist aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich.

Desweiteren wird sowohl in den Metaanalysen als auch in den Primäruntersuchungen sichtbar, dass Arbeitsproben (Screening bzw. Flugsimulationen) psychomotorische und kognitive Maße, sowie luftfahrt- und technikspezifische Wissenstests allgemeinen Intelligenztests hinsichtlich ihrer Prognosekraft (bzgl. des Ausbildungserfolges) überlegen sind. Ferner sind aus den genannten Bereichen (z. B. psychomotorische und kognitive Maße) gebildete Gesamtwerte sowie sequentielle Selektionsstrategien offenkundig besonders erfolgreich.

Insofern kann bzw. muss auf Grundlage der ad Datum vorliegenden Befundlage der flugeignungsdiagnostischen Evaluationsforschung die Annahme eines Superfaktors menschlicher Fähigkeiten (Vernon, 1961) verworfen werden.

## 2 Fragestellung

Mit Beginn des Jahres 2010 wurde für Phase II des sequentiellen Pilotenauswahlprozesses der Bundeswehr das neue psychologische Auswahlsystem Instrument Coordination Analyser 90 II (ICA 90 II) in Betrieb genommen. Im Zuge der bisherigen Evaluation wurden reliable Messkategorien für die einzelnen Subtests des ICA 90 II anhand der vorgegebenen „psychotypischen“ Flug- bzw. Testaufgaben entwickelt und ausgewählt, die eine Beurteilung der Bewerberleistungen ermöglichen.

Eine Analyse der konkurrenten Zusammenhänge zwischen den einzelnen Subtests sowie eine detaillierte Analyse der prädiktiven Zusammenhänge zwischen den Testergebnissen aus Musterung und Phase I, den Messkategorien aus Phase II und den Bewerberleistungen in Phase III, und dies getrennt für das Fliegerpsychologisches System Fläche (FPS-F) und Fliegerpsychologisches System Hubschrauber (FPS-H), wurde bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vorgenommen.

Hieraus ergibt sich dementsprechend der Bedarf, eine neue Validitätsuntersuchung durchzuführen, die die bereits etablierten Messkategorien hinsichtlich ihrer Prognostizität überprüft und darüber hinaus die Möglichkeit bietet, zusätzliche noch nicht verwendete Faktoren zu extrahieren und hinsichtlich ihrer prädiktiven Validität zu testen. Desweiteren sollen die Ergebnisse der Analysen in den Kontext der bisherigen internationalen und deutschen militärischen flugeignungsdiagnostischen Validitätsuntersuchung gestellt werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden die zunächst noch unverbundenen anonymisierten Datensätze der einzelnen Subtests zu einer umfassenden Datenmatrix zusammengefasst und um zusätzliche Informationen der Bewerberleistungen aus der Musterung in den Kreiswehrrersatzämtern sowie Phase I und Phase III angereichert. Auf Grundlage dieser Vorarbeiten werden in der vorliegenden Arbeit die im Folgenden dargestellten Fragestellungen bearbeitet.

Die Fragestellungen sind inhaltlich unterteilt in einerseits drei explorative Fragestellungen bzgl. der Faktorenstruktur des ICA 90 II Testsystems sowie andererseits neun Fragestellungen bzgl. der prädiktiven Validität der einzelnen Testsysteme innerhalb des sequentiellen Auswahlprozesses. Zur Veranschaulichung sind die Fragestellungen/Hypothesen im Kontext des Sequentiellen Auswahlprozesses der Bundeswehr in Abbildung 2-1 zusammengefasst.

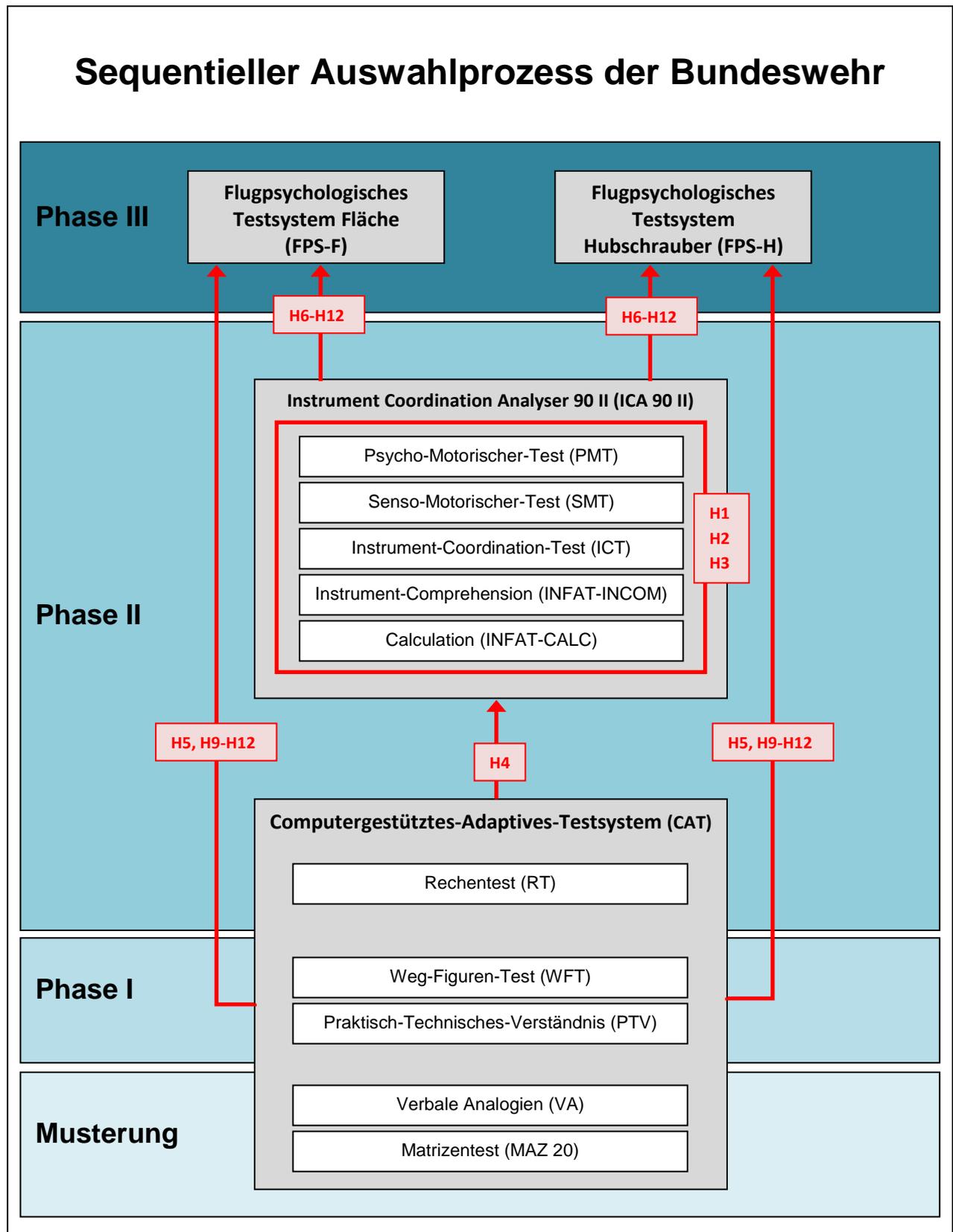


Abbildung 2-1: Fragestellungen im Kontext des Sequentiellen Auswahlprozesses der Bundeswehr

**Explorative Fragestellungen zur Faktorenstruktur des ICA 90 II Testsystems:**

- H1: Welche Faktorenstruktur weisen die Subtests PMT, SMT und ICT des ICA 90 II Testsystems auf?
- H2: Welche Faktorenstruktur weist das ICA 90 II Testsystem auf?
- H3: Inwieweit kann auf Grundlage der aufgefundenen Faktorenstruktur die Beurteilung der Bewerberleistungen in Phase II vereinfacht und damit ökonomisiert werden?

**Fragestellungen zur prädiktiven Validität der einzelnen Testsysteme innerhalb des sequentiellen Auswahlprozesses**

- H4: Welche Vorhersagekraft besitzen die einzelnen CAT-Subtests bezüglich ICA 90 II?
- H5: Welche Vorhersagekraft besitzen die einzelnen CAT-Subtests bezüglich Phase III (unterteilt für FPS-H und FPS-F)?
- H6: Welche Vorhersagekraft besitzen die Messkategorien der einzelnen ICA 90 II Subtests bezüglich Phase III (unterteilt für FPS-H und FPS-F)?
- H7: Welche Vorhersagekraft besitzen die extrahierten ICA 90 II-Subtest-Faktoren bezüglich Phase III (unterteilt für FPS-H und FPS-F)?
- H8: Welche Vorhersagekraft besitzen die extrahierten ICA 90 II-Faktoren bezüglich Phase III (unterteilt für FPS-H und FPS-F)?
- H9: Welcher Fähigkeitsbereich hat die größte Vorhersagekraft auf die Leistung in Phase III (unterteilt für FPS-H und FPS-F)?
- H10: Sind Maße der Psychomotorik Intelligenzmaßen in der Vorhersage auf die Leistung in Phase III (unterteilt für FPS-H und FPS-F) überlegen?
- H11: Sind Kognitive Maße Intelligenzmaßen in der Vorhersage auf die Leistung in Phase III (unterteilt für FPS-H und FPS-F) überlegen?
- H12: Anhand welches Fähigkeitsbereiches bzw. welcher Fähigkeitsbereichskombination aus Phase I und II kann die Bewerberleistung in Phase III (unterteilt für FPS-H und FPS-F) am besten vorhergesagt werden?

### **3 Methode**

Zur Überprüfung der aus der Fragestellung abgeleiteten Hypothesen werden anonymisierte Bewerberdaten genutzt, die ohnehin - also unabhängig von der vorliegenden Arbeit - während der Musterung in den Kreiswehrrersatzämtern sowie in Phase I, Phase II und Phase III der Eignungsfeststellung für den Fliegerischen Dienst zur Eignungsbeurteilung erhoben bzw. aufgezeichnet wurden. Hierbei handelt es sich einerseits um Test-Scores der CAT-Subtests und Messkategorien des Testsystems Instrument Coordination Analyser II (ICA 90 II) sowie andererseits um Gesamteignungsgrade aus Phase III.

Die Daten wurden zur Analyse in einer SPSS-Matrix zusammengefasst und anschließend in mehreren Schritten analysiert. Für alle statistischen Berechnungen wurde die Statistiksoftware IBM SPSS Statistics 19 verwendet.

Im Folgenden wird zunächst die Stichprobe, die erhobenen CAT-Subtests und das Testsystem ICA 90 II näher beschrieben, anschließend werden die verwendeten Aussenkriterien aus Phase III und die statistischen Analyseverfahren und Kennwerte genauer erläutert.

### 3.1 Stichprobe

Die in der vorliegenden Arbeit herangezogene Gesamtstichprobe rekrutiert sich aus 1416 Bewerbern der Eignungsfeststellung für den Dienstbereich Fliegerischer Dienst in Phase II. Die Gesamtstichprobe wurde in eine 1. und 2. Teilstichprobe unterteilt (odd/even) diese wurden für die statistische Analyse des Testsystems ICA 90 II genutzt.

Tabelle 3-1: Alter

|                    | ICA II | ICA II<br>1. Stichprobe | ICA II<br>2. Stichprobe | Phase III | FPS-H | FPS-F |
|--------------------|--------|-------------------------|-------------------------|-----------|-------|-------|
| N                  | 1416   | 708                     | 708                     | 543       | 246   | 297   |
| Minimum            | 17     | 17                      | 18                      | 17        | 17    | 18    |
| Maximum            | 40     | 40                      | 38                      | 28        | 27    | 28    |
| Mittelwert         | 21,59  | 21,68                   | 21,51                   | 21,33     | 21,30 | 21,35 |
| Standardabweichung | 2,40   | 2,56                    | 2,22                    | 1,80      | 1,83  | 1,79  |

543 Bewerber aus der Gesamtstichprobe wurden in Phase II als psychologisch geeignet sowie in der anschließenden medizinischen Tauglichkeitsuntersuchung als medizinisch tauglich eingestuft und haben auch Phase III der Eignungsfeststellung durchlaufen.

Tabelle 3-2: Geschlechterverteilung

|        | ICA II | ICA II<br>1. Stichprobe | ICA II<br>2. Stichprobe | Phase III | FPS-H<br>Pass/Fail | FPS-F<br>Pass/Fail |
|--------|--------|-------------------------|-------------------------|-----------|--------------------|--------------------|
| Männer | 1330   | 661                     | 669                     | 528       | 110/126            | 164/128            |
| Frauen | 86     | 47                      | 39                      | 15        | 6/4                | 1/4                |
| Gesamt | 1416   | 708                     | 708                     | 543       | 116/130            | 165/132            |

Diese kleinere Stichprobe wurde genutzt, um die prädiktive Validität einzelner Messkategorien des Testsystems ICA 90 II sowie der - in dieser Arbeit – extrahierten Faktoren zu überprüfen. Genauere Informationen bzgl. Alter, Geschlechterverteilung sowie Schulbildung der Stichproben sind in Tabelle 3-1, Tabelle 3-2 sowie Tabelle 3-3 zusammengefasst.

**Tabelle 3-3: Schulbildung**

|               | <b>ICA II</b> | <b>ICA II</b><br>1. Stichprobe | <b>ICA II</b><br>2. Stichprobe | <b>Phase III</b> | <b>FPS-H</b><br>Pass/Fail | <b>FPS-F</b><br>Pass/Fail |
|---------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| Keine Angaben | 7             | 6                              | 1                              | 3                | 0                         | 1/2                       |
| Hauptschule   | 4             | 4                              | 0                              | 1                | 0/1                       | 0/0                       |
| Realschule    | 202           | 101                            | 101                            | 75               | 24/26                     | 17/8                      |
| Fachabitur    | 193           | 104                            | 89                             | 66               | 16/18                     | 17/15                     |
| Abitur        | 1008          | 492                            | 516                            | 398              | 76/85                     | 130/107                   |
| Studium       | 2             | 1                              | 1                              | 0                | 0/0                       | 0/0                       |
| Gesamt        | 1416          | 708                            | 708                            | 543              | 116/130                   | 165/132                   |

## 3.2 CAT-Subtests

Die im Folgenden beschriebenen Subtests der CAT-Testbatterie werden von den Bewerbern entweder während der Musterung, Phase I oder Phase II bearbeitet. Alle CAT-Subtest-Beschreibungen der Kapitel 3.2.1-3.2.5 wurden freundlicherweise vom FMI zur Verfügung gestellt und wörtlich übernommen.

### 3.2.1 Rechentest (RT)

„Der Rechentest ist ein computergestützter adaptiver Test, der die Fähigkeit der Bewerber zur Anwendung einfacher Regeln auf Zahlen in kurzen Texten prüft. Die Auswertung des RT erfolgt computergestützt, angegeben werden SEM, Theta-Wert und Bundeswehr-Note.“ In dieser Studie wird bei den statistischen Analysen nur der Theta-Wert des RT berücksichtigt.

Ein Autohändler verkauft jeden Monat 3 Autos  
Wie viele Autos verkauft der Händler in 12 Monaten

|                                 |                                 |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <input type="text" value="12"/> | <input type="text" value="24"/> | <input type="text" value="36"/> | <input type="text" value="48"/> |
| <input type="text" value="1"/>  | <input type="text" value="2"/>  | <input type="text" value="3"/>  | <input type="text" value="4"/>  |

Wenn der Händler jeden Monat drei Autos verkauft, so verkauft er in 12 Monaten 12 mal  $3 = 36$  Autos. Die Lösung im Kästchen mit der Kennziffer 3 ist also richtig  
Bitte geben sie die Zahl unterhalb des Kästchens mit der richtigen Lösung ein  
Danach bitte **grüne** Taste Drücken

Abbildung 3-1: Beispielaufgabe RT

„Die Bewerber werden mittels Bildschirm und Kopfhörer in die Aufgabenstellung sowie in die Bedienung der CAT-Tastatur eingewiesen. Es werden zunächst zwei Übungsaufgaben vorgegeben (siehe Abbildung 3-1). Die Ergebnisse sind mit Hilfe der Zahlentastatur einzugeben. Für schriftliche Nebenrechnungen erhalten die Bewerber ein Blatt Papier. Ergebnisse bestehen immer aus einer ganzen Zahl. Falsche Ergebnisse können korrigiert werden.“

### 3.2.2 Matrizentest 20 (MAZ 20)

„Der Matrizentest ist ein computergestützter adaptiver Test für Beobachtungsgabe und Denkvermögen vom Typ der RAVEN-Advanced-Progressive-Matrices. Für die Bearbeitung der 20 Aufgaben stehen den Bewerbern max. 25 Minuten zur Verfügung. Die Auswertung des MAZ 20 erfolgt computergestützt, angegeben werden SEM, Theta-Wert und Bundeswehr-Note.“ In dieser Studie wird bei den statistischen Analysen nur der Theta-Wert des MAZ 20 berücksichtigt.

„Im MAZ 20 müssen unvollständige grafische Muster durch Auswahl eines passenden Teilstücks ergänzt werden. In der Aufgabenstellung werden jeweils 8 verschiedene Teilstücke vorgegeben. Die Aufgabe der Bewerber besteht darin, das Teilstück auszuwählen, welches das unvollständige Muster richtig ergänzt. Hierzu muss das Muster sowohl waagrecht als auch senkrecht betrachtet werden. Die Bewerber müssen zur Lösung der Aufgabe die Gesetzmäßigkeit in der Folge der Muster erkennen.“

Schauen Sie sich das Muster genau an. Finden Sie heraus, nach welchen Regeln es aufgebaut ist. Schauen Sie sich dann die acht Ergänzungsteilstücke an und suchen Sie das passende aus !

|    |   |   |
|----|---|---|
| ▽◀ | ○ | ◻ |
| ○◀ | ◻ | ▽ |
| ◻◀ | ▽ | ? |

|        |        |        |
|--------|--------|--------|
| 1<br>▽ | 2<br>○ | 3<br>◻ |
| 4<br>○ | 5<br>◻ | 6<br>○ |
| 7<br>○ | 8<br>▽ |        |

Das Muster ist nach folgender Regel aufgebaut:  
 Nie gleiche Figuren - Dreiecke, Kreise, Quadrate - nebeneinander; nie gleiche Figuren untereinander; nie gleich gerichtete Winkel nebeneinander, wohl aber untereinander. Waagrecht und senkrecht betrachtet fehlt also ein Kreis mit nach oben geöffnetem Winkel. Daher ist Figur 6 das richtige Ergänzungsteilstück.  
 Geben Sie „6“ ein, bitte abschließend die **grüne** Taste drücken !

Ihre Eingabe bitte:

Abbildung 3-2: Beispielaufgabe MAZ 20

Die Bewerber werden mittels Bildschirm und Kopfhörer, anhand einer Beispielaufgabe aus dem MAZ 20 (siehe Abbildung 3-2), in die Aufgabenstellung sowie in die Bedienung der CAT-Tastatur eingewiesen. Im Bedarfsfall kann der Testleiter weitere mündliche Erklärungen geben.“

### 3.2.3 Verbale Analogien (VA)

„Der Test Verbale Analogien ist ein computergestützter adaptiver Test, der die Fähigkeit verbale Analogien zu erfassen, prüft. Die Bewerber bearbeiten insgesamt 12 Aufgaben, für die Bearbeitung einer Aufgabe stehen max. 3 Minuten zur Verfügung. Die Auswertung des VA erfolgt computergestützt, angegeben werden SEM, Theta-Wert und Bundeswehr-Note.“ In dieser Studie wird bei den statistischen Analysen nur der Theta-Wert des VA berücksichtigt.

„Beim VA werden jeweils zwei Wortpaare vorgegeben, ein vollständiges und ein unvollständiges. Zwischen den beiden Wörtern eines Paares besteht immer eine bestimmte Beziehung. Aufgabe der Bewerber ist es, für das unvollständige Wortpaar das richtige Wort aus fünf vorgegebenen Alternativen auszuwählen.“

Bei diesem Text werden Ihnen jeweils zwei Wortpaare vorgegeben, ein vollständiges und ein unvollständiges. An der Stelle des Fragezeichens (?) fehlt ein Wort.  
Das passende Wort muss aus den fünf Wörtern darunter herausgesucht werden.

Beispiel:

„Freund“ : „Feind“ = „dick“ : ?

- 1) breit
- 2) schmal
- 3) dünn
- 4) klein
- 5) tief

Lösung:

„Freund“ ist das Gegenteil von „Feind“. Daher muss zu „dick“ auch das Gegenteil gefunden werden. Die richtige Lösung ist also „dünn“ mit der Zahl 3 links daneben.

Geben Sie also in der unteren Reihe Ihrer Tastatur die Zahl 3 ein.

Danach bitte die **g r ü n e** Taste drücken!

Abbildung 3-3: Beispielaufgabe VA

Die Bewerber werden mittels Bildschirm und Kopfhörer, anhand einer Beispielaufgabe (siehe Abbildung 3-3), in die Aufgabenstellung sowie in die Bedienung der CAT-Tastatur eingewiesen.“

### 3.2.4 Test des Praktisch-Technischen Verständnisses (PTV)

„Das computergestützte Testverfahren zur Untersuchung des Praktisch-Technischen Verständnisses (PTV) ist ein spezieller Funktionsprüfungs- und Eignungstest. Er wurde nach den Kriterien der klassischen Testtheorie konstruiert. Mit dem Testverfahren wird das praktisch-technische Interesse und Wissen der Bewerber untersucht.

Der PTV enthält Aufgaben aus verschiedenen Bereichen der Technik. Die Aufgaben sind zeichnerisch dargestellt. Ihre erfolgreiche Bearbeitung erfordert nicht nur Erfahrung im Umgang mit technischen Darstellungen, sondern auch elementare Kenntnisse wie Einblick in die Mechanik spezieller Vorrichtungen. Die verschiedenen Aufgaben und ihre Schwierigkeit entsprechen technischen Berufsanforderungen auf unterschiedlichem Niveau. PTV-Leistungen weisen einen statistisch bedeutsamen Zusammenhang mit Leistungen in naturwissenschaftlich-technischen Fachrichtungen auf. Für die Prognose des Erfolges in diesen Fachrichtungen soll der Test Informationen liefern, die die mit Hilfe von Intelligenztests gewonnenen ergänzen.

Der PTV besteht aus 50 einzelnen Wahlantwortaufgaben zu technischen Vorgängen oder Problemen, die nach steigendem Schwierigkeitsgrad angeordnet sind.

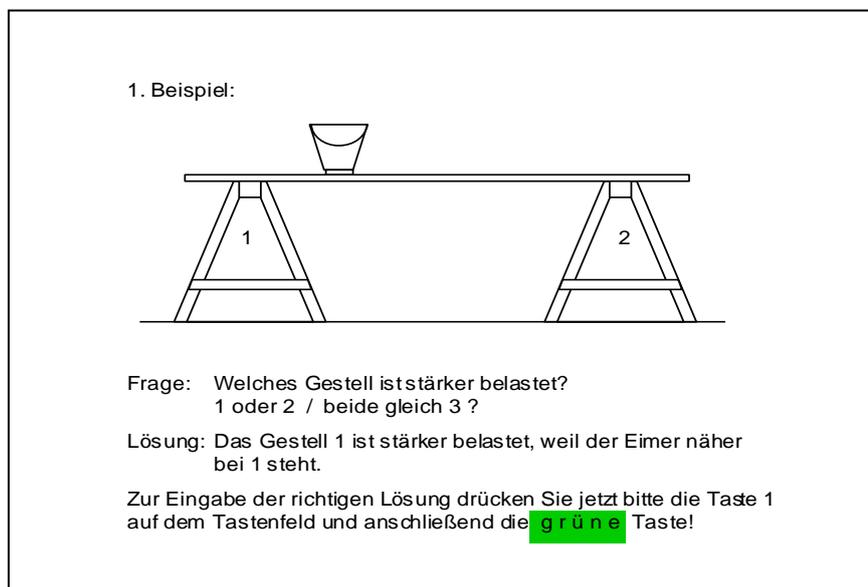


Abbildung 3-4: Beispielaufgabe PTV

Die Bewerber werden mittels Bildschirm und Kopfhörer in die Aufgabenstellung sowie in die Bedienung der CAT-Tastatur eingewiesen. Während der Einweisung wird erklärt, dass die Anzahl der falschen Lösungen von der Anzahl der richtigen abgezogen wird. Dadurch soll verhindert werden, dass bei der Lösung der Aufgaben nur ge-

raten wird. Nach drei Aufgaben mit Lösungsrückmeldung (siehe Abbildung 3-4) beginnt der Test.

Während des Tests können Aufgaben, die die Bewerber nicht sofort bearbeiten wollen, übersprungen werden. Sie werden nochmals nach der letzten Aufgabe vorgegeben, sofern noch Testzeit zur Verfügung steht. Für die Bearbeitung der 50 Testaufgaben stehen 25 Minuten Zeit zur Verfügung. Der Test wird abgebrochen, wenn entweder alle Aufgaben gelöst worden sind oder die Testzeit abgelaufen ist.

Die Auswertung des PTV erfolgt computergestützt. Ausgegeben werden die Anzahl bearbeiteter, richtig und falsch gelöster Aufgaben, die Zeit, die zum Durcharbeiten der Instruktion benötigt wurde sowie die beanspruchte Testzeit. Bei Bedarf können auch die Lösungszeiten für die einzelnen Aufgaben ausgegeben werden. Bei der computergestützten Form wird  $\frac{1}{3}$  der Fehleranzahl von den richtigen Lösungen abgezogen, um eine Ratekorrektur durchzuführen. Die Formel nach Lienert ist  $X = R$  minus  $F$  geteilt durch die Anzahl der Antwortmöglichkeiten minus 1; der korrigierte Rohwert ist die Anzahl der richtigen Lösungen minus ein Drittel der falschen Lösungen, da es je Testaufgabe vier Antwortmöglichkeiten gibt.“ In dieser Studie wird bei den statistischen Analysen nur der Rohwert richtig gelöster Items des PTV berücksichtigt.

### 3.2.5 Wegfiguren-Test (WFT)

„Der Wegfiguren-Test ist ein computergestützter Rechts- bzw. Links-Sicherheitstest. Es werden Wege mit unterschiedlichen Wendungen dargestellt. Die Bewerber sollen so schnell wie möglich die Anzahl der Links- bzw. Rechtswendungen jeder Figur feststellen. Bei jeder Figur ist entweder ein R oder ein L angeführt (siehe Abbildung 3-5). Sie bedeuten: R = Nur Rechtswendungen zählen bzw. L = Nur Linkswendungen zählen.

Nachdem die Bewerber anhand der CAT-Tastatur die richtige Anzahl der Rechts- bzw. Linkswendungen eingegeben haben, bestätigen sie ihre Eingabe mit der grünen Taste. Bei einer fehlerhaften Eingabe besteht die Möglichkeit, die Aufgabe nochmals zu bearbeiten, hierzu muss die Eingabe zuvor mit der roten Taste gelöscht werden.

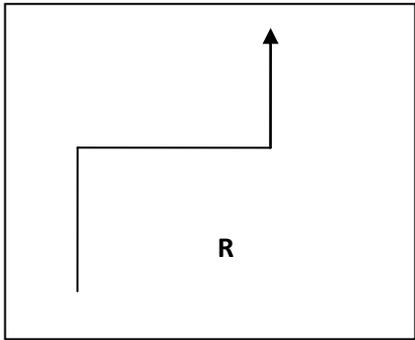
|  |   |
|--|---|
| <p>Im rechten Kästchen wird ein Weg dargestellt.<br/>Der Weg führt vom Ausgangspunkt unten in Richtung des Pfeiles.<br/>Wie oft biegt er dabei nach rechts ab?</p> <p>Lösung: Die erste Abbiegung geht nach rechts, die zweite nach links.</p> <p>Der Weg hat also nur eine Rechtsabbiegung.<br/>Geben Sie nun die Zahl 1 ein.</p> |  |
|--|---|

Abbildung 3-5: Beispielaufgabe WFT

Die Bewerber werden mittels Bildschirm und Kopfhörer in die Aufgabenstellung sowie in die Bedienung der CAT-Tastatur eingewiesen. Im Bedarfsfall kann der Testleiter weitere mündliche Erklärungen geben. Den Bewerbern werden 3 Beispielaufgaben sowie 8 Übungsaufgaben dargeboten. Der darauffolgende Test besteht aus 64 Aufgaben, für deren Bearbeitung max. 7 Minuten zur Verfügung stehen.

Die Auswertung des WFT erfolgt computergestützt. Ausgegeben werden Testdauer, Bearbeitungszeit, Itemzahl, Anzahl Bearbeitete, Anzahl Falsche, Score und Bundeswehr-Note.“ In dieser Studie wird bei den statistischen Analysen nur der Score des WFT berücksichtigt.

### 3.3 Phase II - Instrument Coordination Analyser 90 II

In Phase II wird die psychologische Grundeignung aller Bewerber unabhängig von einer späteren spezifischen fliegerischen Verwendung in Fürstenfeldbruck getestet. Hierzu werden neben dem Testsystems ICA 90 II weitere Daten (einzelne kognitive Tests der Computer-Assisted-Test-Batterie, Biographischer Fragebogen und Gespräch mit Flugpsychologen werden hier nicht näher beschrieben, da sie in die Analysen nicht einbezogen werden) erhoben und zu einer Gesamtbewertung der Bewerber sowie dem daraus resultierenden Eignungsgrad zusammengeführt.

Für die durchgeführten Verfahren während der Eignungsfeststellung in Phase II gelten folgende Regelungen der Durchführung:

- Bestimmung zur Methodik der Eignungsfeststellung von Bewerbern für den Dienstbereich Fliegerischer Dienst (BestME FlgDst – BMVg – PSZ PM 2 – Az 66-20-05 vom 18.07.2001).
- Fachkonzept „Personalpsychologische Qualitätssicherung“ (Fkp QS – BMVg – P II 4 – AZ 66-01-10 vom 30.06.1997).

Zur Datenerhebung in Phase II wurde das Testsystem ICA 90 II mit zehn Testgeräten genutzt. Die Testgeräte (siehe Abbildung 3-6) bestehen jeweils aus: Headset, Centerstick, Sidestick, zwei miteinander verbundenen Fußpedalen, Schubregler, 19 Zoll TFT-Touch-Screen-Monitor sowie einem höhenverstellbaren Sitz mit verstellbarer Neigung der Rückenlehne (Einstellbereich 5. Perzentil Frau/ bis 95. Perzentil Mann).



Abbildung 3-6: Testgerät ICA II

Alle in der vorliegenden Arbeit analysierten Tests des ICA 90 II (PMT, SMT, ICT, INFAT) wurden an diesen Testgeräten appliziert und aufgezeichnet. Eine Einweisung in die Bedienung des Testgerätes erfolgt für die Bewerber durch eine standardisierte bildschirmgestützte Instruktionsphase. Den einzelnen Tests gehen ebenfalls eingehende Instruktionsphasen voraus, diese werden für SMT, PMT und ICT sowohl visuell via Monitor als auch auditiv via Headset dargeboten und sind zeitlich standardisiert. Die Instruktionsphasen für die INFAT-Subtests Instrument-Comprehension-Test und Calculation-Test unterscheiden sich insofern, als diese nur visuell dargeboten werden und die Instruktionsphasen zeitlich nicht standardisiert sind, sondern durch die Auffassungsgeschwindigkeit der Bewerber bestimmt werden. Die Bewerber haben hierbei die Möglichkeit in den Instruktionsseiten vor und zurück zu blättern. Falls während der Instruktionen Verständnisschwierigkeiten auftreten, besteht zusätzlich die Möglichkeit via Headset Verständnisfragen an die Testleiter zu stellen. Im Folgenden werden die einzelnen Tests detailliert dargestellt.

### 3.3.1 Psycho-Motorischer-Test (PMT)

Der Psycho-Motorische-Test ist als klassischer Test zur Messung der Hand-Fuß-Auge-Koordination mit zusätzlicher kognitiver Komponente (auditiver Vigilanztest) konzipiert. Die Bearbeitung des PMT nimmt ca. 45 Minuten in Anspruch, er wird als erster Test während der insgesamt ca. 3,5 Stunden währenden Gesamttestung von den Bewerbern bearbeitet. Nach einer eingehenden Instruktion der Testaufgabe sowie einer kurzen Übungsphase beginnt die Testphase.

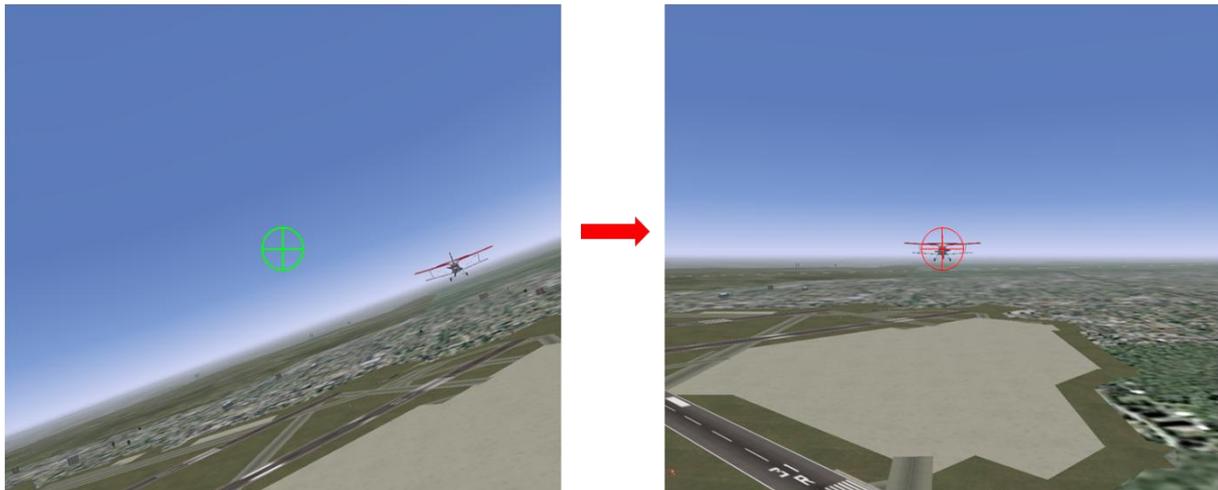


Abbildung 3-7: Screenshots der Aufgabenstellung und der Zielposition des PMT

Die Aufgabe der Bewerber ist es, mit Centerstick und Ruderpedalen das Fadenkreuz in Deckung mit dem vorausfliegenden Flugzeug zu bringen (die Farbe des Fadenkreuzes wechselt von Grün auf Rot) und 1 Sekunde im Fadenkreuz zu halten, um einen „Treffer“ zu erzielen (siehe Abbildung 3-7). Nach einer Sekunde Haltedauer wird das Fadenkreuz systemseitig neu positioniert und der Bewerber hat erneut die Möglichkeit das vorausfliegende Flugzeug in Deckung mit dem Fadenkreuz zu bringen.

Die Testphase ist in drei Abschnitte unterteilt. Die erste Testphase ist in 20 jeweils 30 Sekunden währende Module unterteilt. Die zweite Testphase ist in zwei, fünf Minuten währende, Module unterteilt. In der dritten Testphase müssen die Bewerber in zwei, fünf Minuten währenden, Modulen neben der Trackingaufgabe eine Zusatzaufgabe bearbeiten. Ihre Aufgabe besteht darin, zeitgleich zur Flugaufgabe aus einer fortlaufenden Buchstabenreihe den Zielreiz, die Buchstabenkombination SLA, zu erkennen und mit einem Druck auf den Feuerknopf des Centersticks zu bestätigen.

Der computergestützte Ergebnisbericht ermöglicht eine differenzierte Einordnung der Bewerberleistungen (Rohwert, Prozentrang und Bundeswehr-Note).

Die Bewertung erfolgt anhand der in der Testentwicklungsphase bewährten und normierten (N= 278) Messkategorien (siehe Tabelle 3-4).

**Tabelle 3-4: Messkategorien PMT**

| <b>Messkategorien</b>                                    | <b>Reliabilität Cronbachs <math>\alpha</math></b> |
|--|---|
| Zeit bis zum 1.Treffer/Modul in Testphase 1 (PMTtiall)   | .957  |
| Abweichung bis 1.Treffer/Modul in Testphase 1 (PMTABW)   | .977  |
| Anzahl der Treffer in Testphase 1+2+3 (PMTA, PMTB, PMTC) | .982  |

Aufgrund der fehlenden Differenzierungsfähigkeit des Vigilanzmaßes (Deckeneffekt) wird diese Messkategorie zurzeit nicht in die Bewertung einbezogen.

### 3.3.2 Senso-Motorischer-Test (SMT)

Der Senso-Motorische-Test ist als psychomotorischer Test mit Hauptaugenmerk auf koordinative Mehrfacharbeit und Aufmerksamkeitsverteilung konzipiert, seine Bearbeitung nimmt ca. 45 Minuten in Anspruch und wird von den Bewerbern als zweiter Test bearbeitet.

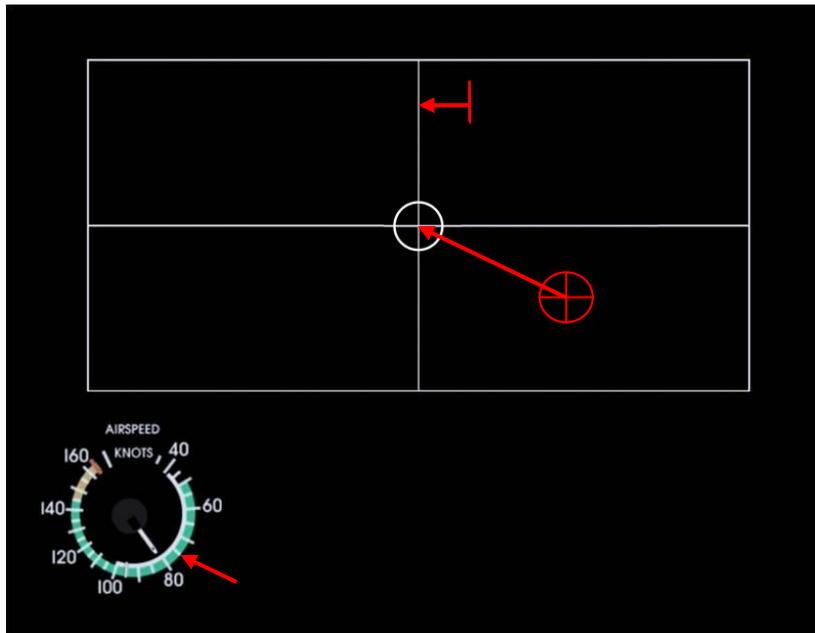


Abbildung 3-8: Screenshot der Aufgabenstellung des SMT

Einer eingehenden Instruktions- sowie einer kurzen Übungsphase folgt die Testphase. Die Aufgabe der Bewerber ist es, mit den einzelnen Steuerelementen so viele „Treffer“ wie möglich zu erzielen, dies möglichst gleichzeitig.

Entsprechend der Aufgabenstellung sollen die Bewerber mit dem Centerstick das rote Fadenkreuz in exakte Deckung mit dem weißen Zielkreis bringen und 1 Sekunde im weißen Zielkreis halten, um einen „Treffer“ zu erzielen (siehe Abbildung 3-8). Mit den Ruderpedalen sollen die Bewerber den senkrechten roten Strich in exakte Deckung mit der weißen senkrechten Linie bringen und 1 Sekunde auf der weißen senkrechten Linie halten, um einen „Treffer“ zu erzielen. Mit dem Schubregler (Speed) sollen die Bewerber die Nadel der Geschwindigkeitsanzeige in exakte Deckung mit einem bestimmten Wert, z. B. 75 Knoten, bringen und eine Sekunde bei dieser Geschwindigkeit halten, um einen „Treffer“ zu erzielen. Nach einer Sekunde Haltedauer werden die Anzeigen (Fadenkreuz, senkrechter Strich und Nadel der Geschwindigkeitsanzeige) systemseitig neu positioniert und der Bewerber hat erneut die Möglichkeit die Anzeigen in Deckung mit der Zielvorgabe zu bringen. Während der

ersten Testmodule arbeiten die Bewerber zunächst nur mit jeweils zwei Steuerelementen, entsprechend also entweder mit Centerstick und Ruder oder mit Centerstick und Schubregler oder mit Ruder und Schubregler. In den folgenden Modulen müssen alle drei Steuerelemente zeitgleich bedient werden.

Der computergestützte Ergebnisbericht ermöglicht eine differenzierte Einordnung der Bewerberleistungen (Rohwert, Prozentrang und Bundeswehr-Note).

Die Bewertung erfolgt anhand der in der Testentwicklungsphase bewährten und normierten (N= 297) Messkategorien (siehe Tabelle 3-5).

**Tabelle 3-5: Messkategorien SMT**

| <b>Messkategorien für die Module 15-17</b>                  | <b>Reliabilität /<br/>Cronbachs <math>\alpha</math></b> |
|---|---|
| Summe der Treffer Stick (SMTMK4R15-17)                      | .966  |
| Summe der Treffer Ruder (SMTMK5R15-17)                      | .947  |
| Summe der Treffer Speed (SMTMK6R15-17)                      | .945  |
| Summe gemeinsamer Treffer Stick+Speed (SMTMK7R15-17)        | .942  |
| Summe gemeinsamer Treffer Stick+Ruder (SMTMK8R15-17)        | .924  |
| Summe gemeinsamer Treffer Ruder+Speed (SMTMK9R15-17)        | .912  |
| Summe gemeinsamer Treffer Stick+Ruder+Speed (SMTMK10R15-17) | .878  |

### 3.3.3 Instrument-Coordination-Test (ICT)

Der Instrument-Coordination-Test ist als Test der koordinierten psychomotorischen und kognitiven Mehrfacharbeit konzipiert. Die Bearbeitungszeit beträgt ca. 60 Minuten, der ICT ist der dritte von den Bewerbern bearbeitete Test.

Einer eingehenden Instruktions- sowie einer kurzen Übungsphase folgt die Testphase. Die Aufgabe der Bewerber ist es, während der vorgegebenen Flugzeit, z. B. 60 Sekunden (siehe Abbildung 3-9), die Steuerinstrumente koordiniert und gleichmäßig zu steuern, um mit Ablauf der Flugzeit die vorgegebenen Zielwerte auf den Fluginstrumenten zu erreichen. Die jeweilige Flugzeit ist über der Uhr angegeben. Die Drehrichtung und der Winkel um den die Bewerber die Flugrichtung ändern sollen, sind über dem Kompass angegeben. In diesem Beispiel soll die Flugrichtung um -270 Grad geändert werden (siehe Abbildung 3-9), d. h. der Centerstick muss so nach links gedrückt werden, dass der Kurs 60 Grad in einer kontinuierlichen Bewegung am Ende der Flugzeit erreicht wird.

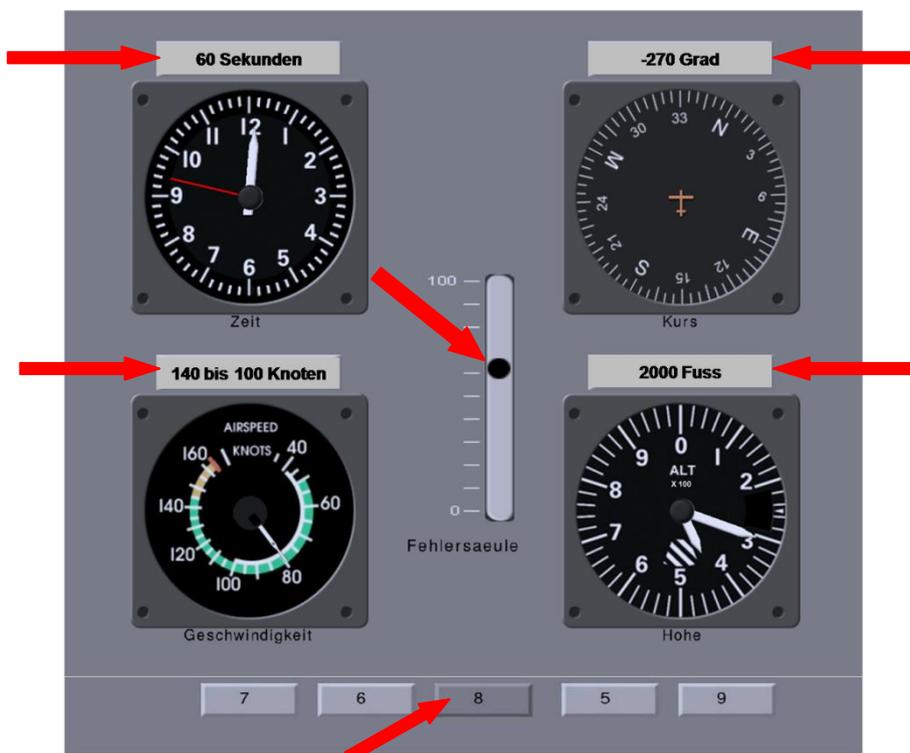


Abbildung 3-9: Screenshot der Aufgabenstellung des ICT

Richtung und Größe der Höhenänderung werden über dem Höhenmesser angegeben. In diesem Beispiel soll die Flughöhe von 4300 Fuß, um 2000 Fuß, auf 2300 Fuß verringert werden (siehe Abbildung 3-9), d. h. der Centerstick muss so nach vorne gedrückt werden, dass die Höhe 2300 Fuß in einer kontinuierlichen Bewegung am Ende der Flugzeit erreicht wird. Über der Geschwindigkeitsanzeige wird die Start- und Zielgeschwindigkeit angegeben. In diesem Beispiel soll die Geschwindigkeit von 140 Knoten auf 100 Knoten (siehe Abbildung 3-9) geändert werden, d. h. der Schubregler soll zu Beginn der Flugzeit so eingestellt werden, dass die Nadel der Geschwindigkeitsanzeige auf 140 Knoten eingestellt ist. Während der Flugzeit soll der Schubregler dann so bewegt werden, dass in einer kontinuierlichen Bewegung am Ende der Flugzeit eine Geschwindigkeit von 100 Knoten erreicht wird.

Der Test ist in vier Testabschnitte unterteilt. Während im ersten Testabschnitt nur ein Fluginstrument mit der Flugzeit (Uhr) synchronisiert werden muss, müssen im zweiten Testabschnitt zwei Fluginstrumente parallel mit der Flugzeit synchronisiert werden. Im dritten Testabschnitt müssen die Bewerber parallel drei Fluginstrumente mit der Flugzeit synchronisieren. Im vierten Testabschnitt müssen die Bewerber neben der parallelen Synchronisation der drei Fluginstrumente mit der Flugzeit eine Zusatzaufgabe bearbeiten. Hierbei müssen via Kopfhörer eingespielte Rechenaufgaben beantwortet werden, ohne die Flugaufgabe zu vernachlässigen. Die Rechenaufgaben (z. B.  $17 - 9 = ?$ ) werden beantwortet, indem die Bewerber mit den Pedalen die richtige Antwortalternative am unteren Bildrand (siehe Abbildung 3-9) ansteuern und mit einem Druck auf den Feuerknopf des Centersticks bestätigen.

Im dritten und vierten Testabschnitt wird in einigen Aufgaben zusätzlich die Fehlersäule eingeblendet, der schwarze Punkt auf der Fehlersäule gibt dem Bewerber eine reale Rückmeldung über die kumulierten Abweichungen der drei Fluginstrumente von den momentanen Sollwerten, d.h. wenn der Punkt bei 0 Prozent steht, gibt es dementsprechend zum Zeitpunkt T keine Abweichungen von den Sollwerten.

Der computergestützte Ergebnisbericht ermöglicht eine differenzierte Einordnung der Bewerberleistungen (Rohwert, Prozentrang und Bundeswehr-Note).

Die Bewertung erfolgt anhand der in der Testentwicklungsphase normierten (N= 154) Messkategorien.

Aufgrund der teilweise niedrigen Reliabilitätskoeffizienten (siehe Tabelle 3-6) ist es angezeigt, die Ergebnisse der folgenden Analysen mit Bedacht zu interpretieren.

**Tabelle 3-6: Messkategorien ICT**

| <b>Messkategorien</b>                                      | <b>Reliabilität /<br/>Cronbachs <math>\alpha</math></b> |
|--|---|
| Summe der Abweichungen Kompass Modul C (ICTMK49_R19-29)    | .882  |
| Summe der Abweichungen Höhe Modul C (ICTMK50_R19-29)       | .588  |
| Summe der Abweichungen Speed Modul C (ICTMK51_R19-29)      | .937  |
| Summe der Abweichungen Kompass Modul D (ICTMK49_R30-40)    | .871  |
| Summe der Abweichungen Höhe Modul D (ICTMK50_R30-40)       | .540  |
| Summe der Abweichungen Speed Modul D (ICTMK51_R30-40)      | .929  |
| Summe der Abweichungen Kompass Modul CD (ICTMK49_R19-40)   | .931  |
| Summe der Abweichungen Höhe CD (ICTMK50_R19-40)            | .730  |
| Summe der Abweichungen Speed CD (ICTMK51_R19-40)           | .960  |
| Anzahl der richtigen Lösungen Zusatzaufgabe (ICT_Aufgaben) | .817  |

### 3.3.4 Informationsverarbeitungstest (INFAT)

Der Informationsverarbeitungstest, dessen Bearbeitungszeit ca. 60 Minuten beträgt, wird als vierter und letzter Test von den Bewerbern bearbeitet und ist in die zwei Subtests Instrument-Coordination-Test und Calculation-Test unterteilt. Um zeitlich bedingten Verständnisschwierigkeiten vorzubeugen, ist, im Unterschied zu den o. g. Tests, die Instruktionsphase des Informationsverarbeitungstest zeitlich nicht standardisiert und wird durch die Auffassungsgeschwindigkeit des Bewerbers bestimmt. Der Informationsverarbeitungstest enthält keine Psychomotorischen Komponenten.

#### 3.3.4.1 Instrument-Comprehension-Test (INFAT-INCOM)

Die Bearbeitungszeit des Instrument-Comprehension-Tests beträgt ca. 30 Minuten. Einer eingehenden Instruktions- sowie einer kurzen Übungsphase folgt die Testphase. Die Aufgabe des Bewerbers ist es, sich während Präsentationszeit der Aufgabenstellung die momentanen Werte der fünf Fluginstrumente genau einzuprägen. Im direkten Anschluss müssen die Bewerber eine Frage zur momentanen Flugsituation, mittels des richtigen Antwortschalters auf dem Touchscreen-Monitor, beantworten. Die Bewerber sind angehalten, die Aufgaben richtig und so schnell wie möglich zu beantworten.

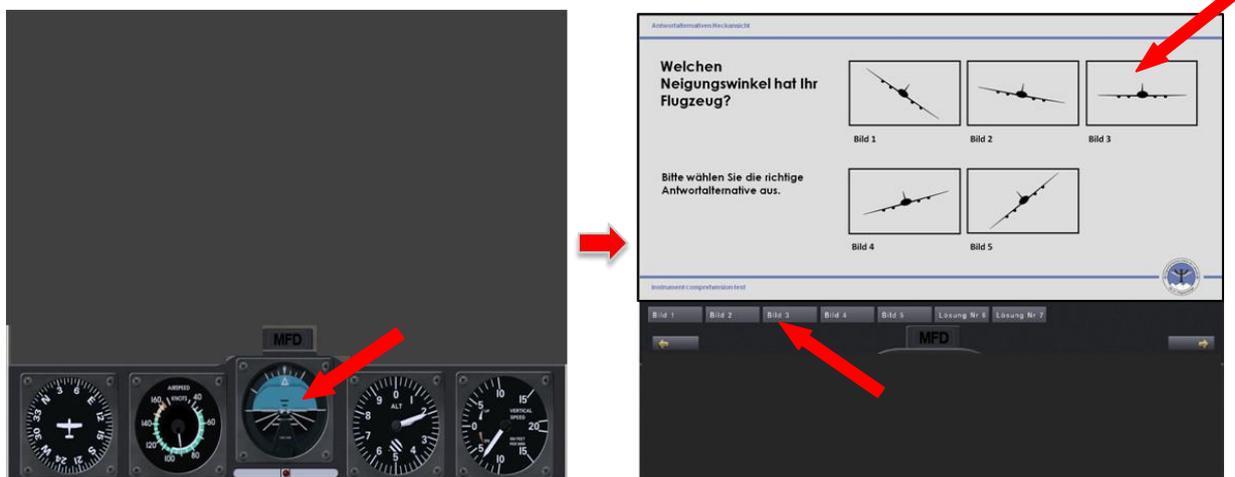


Abbildung 3-10: Screenshots der Aufgabenstellung und -beantwortung des INFAT-INCOM

Im obigen Beispiel (siehe Abbildung 3-10) sind die momentanen Flugparameter wie folgt: Kompass = Kurs 50 Grad, Geschwindigkeitsanzeige = 90 Knoten, Künstlicher Horizont = Bankwinkel 0 Grad, Altimeter = 2200 Fuß, Variometer = -700 Fuß / Minute. Der Bankwinkel beträgt 0 Grad, entsprechend ist Antwortalternative 3 die richtige Antwort.

### 3.3.4.2 Calculation-Test (INFAT-CALC)

Die Bearbeitungszeit des Calculation-Tests beträgt ca. 30 Minuten. Der Test ist in zwei Abschnitte unterteilt, in jedem Testabschnitt folgt einer eingehenden Instrukti- ons- sowie einer kurzen Übungsphase die Testphase. In beiden Testabschnitten ist es die Aufgabe der Bewerber, Rechenaufgaben im fliegerischen Kontext zu lösen. Hierzu werden die Textaufgaben sowie fünf Fluginstrumente, deren Flugparameter teilweise für die Berechnungen benötigt werden, zunächst auf dem Touchscreen-Monitor präsentiert. Wenn die Bewerber die richtige Lösung errechnet haben, wech- seln sie zur Antwortoberfläche und geben die Lösung mittels der vorgegebenen Fel- der am Touchscreen ein. Die Bewerber sind angehalten die Aufgaben richtig und so schnell wie möglich zu lösen.



Abbildung 3-11: Screenshots der Aufgabenstellung und -beantwortung des INFAT-CALC

Im obigen Beispiel (siehe Abbildung 3-11) werden die Flugparameter aufgrund der Aufgabenstellung nicht benötigt. Gefragt wird nach der Geschwindigkeit, zur Lösung werden also die Zeit (in der Angabe enthalten) und die Strecke (in der Angabe ent- halten) benötigt. Wenn der 30 NM entfernte Streckenpunkt in 15 Minuten erreicht werden soll, muss die Geschwindigkeit 2 NM pro Minute betragen. Die Reisege- schwindigkeit beträgt demnach 120 Knoten.

Der computergestützte Ergebnisbericht ermöglicht eine differenzierte Einordnung der Bewerberleistungen (Rohwert, Prozentrang und Bundeswehr-Note).

Die Bewertung erfolgt anhand der in der Testentwicklungsphase bewährten und normierten (INFAT-INCOM: N= 264; INFAT-CALC: N=285) Messkategorien (siehe Tabelle 3-7).

**Tabelle 3-7: Messkategorien INFAT**

| <b>Messkategorien</b>                                 | <b>Reliabilität Cronbachs <math>\alpha</math></b> |
|---|---|
| Anzahl der richtig gelösten Aufgaben INCOM (INCOM)    | .761  |
| Anzahl der richtig gelösten Aufgaben CALC-1 (CALC)    | .907  |
| Anzahl der richtig gelösten Aufgaben CALC-2 (CALCSCH) | .769  |

### 3.4 Phase III - Aussenkriterien

Bei Validitätsuntersuchungen ist die Wahl der Aussenkriterien von besonderer Bedeutung, denn die Validität der Prädiktoren kann nur dann angemessen bestimmt werden wenn auch valide und reliable Aussenkriterien vorliegen (Thorndike, 1949, S. 121-132; Lienert & Raatz, 1994, S. 221; Häcker, Leutner, & Amelang, 1998, S. 13). In Anbetracht dessen wird die Auswahl der verwendeten Aussenkriterien im Folgenden begründet und detailliert beschrieben.

Zur Validierung der einzelnen Messkategorien sowie der - in dieser Arbeit - extrahierten Faktoren des ICA 90 II Testgerätes aus Phase II, werden Bewertungen aus Phase III des Auswahlprozesses für Fliegerisches Personal der Bundeswehr als Aussenkriterien genutzt, da diese im alltäglichen Auswahlprozess auch durch Phase II vorhergesagt werden sollen.

In Phase III werden alle Bewerber, die in Phase II sowie der medizinischen Untersuchung (gem. ZDv 46/6) als tauglich eingestuft wurden, einbezogen. Für die Eignungsfeststellung in Phase III gelten folgende Regelungen der Durchführung:

- Bestimmung zur Methodik der Eignungsfeststellung von Bewerbern für den Dienstbereich Fliegerischer Dienst  
(BestME FlgDst – BMVg – PSZ PM 2 – Az 66-20-05 vom 18.07.2001)
- Fachkonzept „Personalpsychologische Qualitätssicherung“  
(Fkp QS – BMVg – P II 4 – AZ 66-01-10 vom 30.06.1997)

Während in Phase II die psychologische Eignung aller Bewerber unabhängig von einer spezifischen späteren fliegerischen Verwendung in Fürstenfeldbruck getestet wird, wird in Phase III in Abhängigkeit der angestrebten späteren fliegerischen Verwendung an den Standorten Bückeburg und Fürstenfeldbruck die Leistungsfähigkeit der Bewerber bewertet. In Bückeburg wird die Eignung zum Hubschrauberpiloten (HUB), in Fürstenfeldbruck wird die Eignung zum Jetpiloten (JET), Transportpiloten (TRANS/PROP), Waffensystemoffizier (WSO) und Luftoperationsoffizier (LOPO) getestet. Das in Phase III durchgeführte vier- bzw. fünftägige simulationsgestützte Assessment kann als Arbeitsprobe der fliegerischen Ausbildung und des späteren fliegerischen Alltags bezeichnet werden. Zugleich kann von einer Dynamischen Testung (Guthke & Wiedl, 1996) oder einem Lern-Assessment (Obermann, 2009) gesprochen werden, da den Bewerbern einerseits durch Lernunterlagen, Briefings und fachlichen Unterricht die Möglichkeit gegeben wird, sich vor bzw. während des Assessments

neues Wissen anzueignen und die Bewerber andererseits in Debriefings über ihre Leistungsdefizite in den Missionen der Flugsimulationen informiert werden und somit die Möglichkeit erhalten, diese an den folgenden Tagen zu kompensieren. Überdies beruhen die Beurteilungen der Bewerber maßgeblich auf Expertenratings. Insgesamt kann also von einem Assessment-Center gesprochen werden, in dem, wie in der Privatwirtschaft auch, die Beurteilung auf Expertenratings beruht.

Aus Assessment Center Studien in der Privatwirtschaft und der Bundeswehr ist bekannt (zusammenfassend siehe Steyer, Partchev, Menz, & Seiß, 2001), dass bei Expertenratings, die mittels zu vieler vorgegebener Beurteilungskategorien vorgenommen werden (Gaugler & Thornton, 1989), die diversen Beurteilungskategorien innerhalb einer Aufgabe häufig weit höher korrelieren als die einzelnen Beurteilungskategorien über verschiedene Aufgaben hinweg. Dies stellt also die Eigenständigkeit der einzelnen Beurteilungskategorien in Frage.

Angesichts dieser Erkenntnisse der AC-Forschung einerseits und des Forschungsberichtes von Häcker & Bulheller (2005) - der starke Überschneidungen der Beurteilungskategorien in Phase III (Eignungs- und Bewertungsmerkmale) vermuten lässt - andererseits, wurde überprüft, inwieweit diese Abgrenzungsprobleme auch auf die Beurteilungskategorien des gewählten Aussenkriteriums der vorliegenden Untersuchung zutrifft. Hierzu wurde auf den Multitrait-Multimethod-Ansatz von Campbell & Fiske (1959) zurückgegriffen. Die Multitrait-Multimethod-Matrizen wurden anhand der Beurteilungskategorien der einzelnen Missionen aus Phase III der Norm-Teilstichprobe für FPS-H (N=51) und FPS-F getrennt (N=72) durchgeführt. Weiterhin wurden zur Absicherung der Ergebnisse der MMTM-Matrizen explorative Faktorenanalysen (oblique Rotation; Promax) anhand der Gesamtstichproben für FPS-H (N=227) und FPS-F (N=236) durchgeführt.

Aufgrund der durchgängig bedeutend höheren Korrelationen zwischen den Beurteilungskategorien innerhalb der einzelnen Missionen (Multi Trait), als der Korrelationen innerhalb der Beurteilungskategorien über die Missionen hinweg (Multi Method) - siehe hierzu exemplarisch Tabelle 7-1 linke Spalte (Mission 1): die Korrelationen innerhalb der Beurteilungskategorie Aufmerksamkeitsverteilung über die 4 Missionen hinweg (Multi Method) fallen bedeutend geringer aus ( $r = .293 - .497$ ) als die Korrelationen zwischen den unterschiedlichen Beurteilungskategorien (Multi Trait) innerhalb von Mission 1 ( $r = .712 - .878$ ) - sowie der Faktorenlösungen, die jeweils vier starke „Mission-Faktoren“ ergaben (siehe Anhang 7.1), wurde entschieden, die einzelnen

Beurteilungskategorien nicht als Aussenkriterien zu nutzen, sondern nur die Gesamtnoten der Missionen und die Gesamtbeurteilung der Phase III als Aussenkriterien zu verwenden. In Anbetracht der teilweise unterschiedlichen Auswahlverfahren in Bückeberg (FPS-H) und Fürstenfeldbruck (FPS-F) werden diese im Folgenden separat detaillierter dargestellt.

### 3.4.1 Flugpsychologisches Testsystem - Hubschrauber (FPS-H)

Phase III der Eignungsfeststellung für zukünftige Hubschrauberpiloten (FPS-H) wird, wie oben bereits erwähnt, am Standort Bückeburg durchgeführt. Im Laufe des Auswahlprozesses haben die Bewerber die Möglichkeit ihre theoretischen und praktischen Fähig- bzw. Fertigkeiten in zwei Kurzreferaten, drei Briefings, vier Missionen im Flugsimulator, vier Debriefings und drei schriftlichen Tests unter Beweis zu stellen. Alle Bewerber durchlaufen, unabhängig von ihren Leistungen, den viertägigen Auswahlprozess. Jedoch besteht für die Bewerber jederzeit die Möglichkeit, das Auswahlverfahren abzubrechen.

Zur Vorbereitung auf die Eignungsfeststellung erhalten die Bewerber ca. 2 Wochen vor deren Beginn Lernmaterial für den ersten schriftlichen Theorietest und die Missionen im Flugsimulator, dieses sollen sie bis zu Beginn des Auswahlverfahrens gründlich erarbeiten.

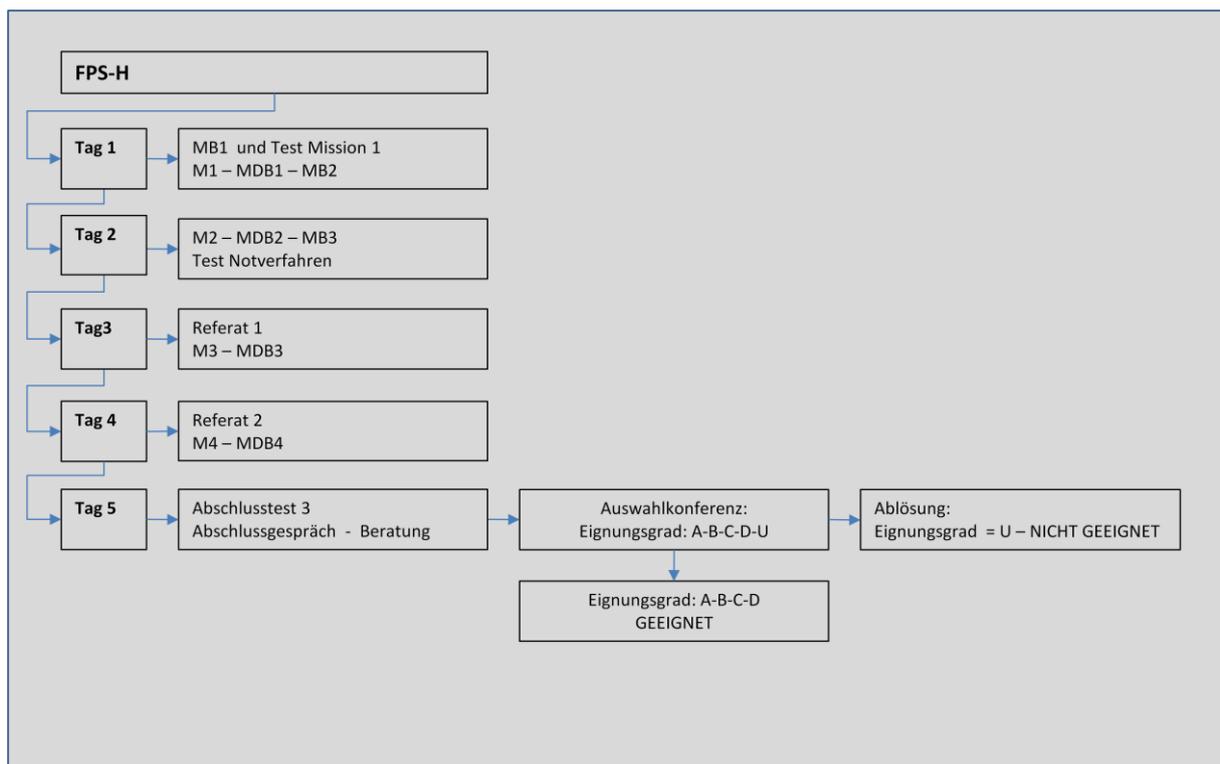


Abbildung 3-12: Ablauf der Eignungsfeststellung Phase III FPS-H

(M: Mission; MB: Mission Briefing; MDB: Mission Debriefing)

Bei der Begrüßung erhalten die Bewerber weitere umfangreiche Lernmaterialien, die sie während des viertägigen Assessments detailliert bearbeiten sollen. Nach der Begrüßung beginnt das Briefing für Mission 1, in dem die Inhalte der vorab zugesandten Lernmaterialien nochmals erläutert werden und anschließend im ersten schriftlichen Theorietest geprüft werden. Desweiteren werden Mission 1 im Flugsimulator selbst

und das zugehörige Debriefing für Mission 1 sowie das Briefing für Mission 2 am ersten Tag durchgeführt. Alle essentiellen Informationen für Mission 2 müssen von den Bewerbern bis zum folgenden Tag erarbeitet werden. Der nächste Tag beginnt mit der Flugsimulation Mission 2, anschließend folgt das betreffende Debriefing. Der vollständige Ablauf der fünftägigen Eignungsfeststellung ist in Abbildung 3-12 dargestellt.

Während der Testung werden, neben der Auswertung der schriftlichen Leistungen, die Leistungen der Bewerber anhand von Verhaltensbeobachtungen bewertet, diese werden in jeder Situation von einem Simulator-Fluglehrer und einem Flugpsychologen vorgenommen. Die Leistungen der Bewerber werden in den einzelnen Situationen beobachtet und nach Beendigung derselben anhand der Eignungsmerkmale der BestME sowie der Bewertungsmerkmale (siehe Tabelle 3-8) beurteilt, hierbei werden für jedes Eignungs- und Bewertungsmerkmal sowie für die Gesamtleistung in einer Situation Noten (von 1= beste Leistung bis 7= schlechteste Leistung) vergeben.

Tabelle 3-8: Eignungs-/Beurteilungsmerkmale Phase III FPS-H

|                            | Eignungs-/ Bewertungsmerkmal | M1: Briefing | M1: Simulator | M1: Debriefing | M2: Briefing | M2: Simulator | M2: Debriefing | M3: Briefing | M3: Simulator | M3: Debriefing | M4: Simulator | M4: Debriefing | Test Mission 1 | Test Notverfahren | Abschlusstest | Referat 1 | Referat 2 |
|----------------------------|------------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|-------------------|---------------|-----------|-----------|
| Faktenwissen/Flugparameter | EM                           | •            |               |                | •            |               |                | •            |               |                |               |                | •              | •                 | •             | •         | •         |
| Missionsvorbereitung       | EM                           | •            |               |                | •            |               |                | •            |               |                |               |                | •              | •                 | •             |           |           |
| Schlussfolgerndes Denken   | EM                           | •            |               |                | •            |               |                | •            |               |                |               |                | •              | •                 | •             |           |           |
| Räum. Vorstellungsverm.    | EM                           |              | •             |                |              | •             |                |              | •             |                | •             |                |                |                   |               |           |           |
| Aufmerksamkeitsverteilung  | EM                           |              | •             |                |              | •             |                |              | •             |                | •             |                |                |                   |               |           |           |
| Um- und Übersicht          | EM                           |              | •             |                |              | •             |                |              | •             |                | •             |                |                |                   |               |           |           |
| Mehrfacharbeit             | EM                           |              | •             |                |              | •             |                |              | •             |                | •             |                |                |                   |               |           |           |
| Handlungsentschiedenheit   | EM                           |              | •             |                |              | •             |                |              | •             |                | •             |                |                |                   |               |           |           |
| Belastbarkeit              | EM                           |              | •             | •              |              | •             | •              |              | •             | •              | •             | •              | •              |                   |               |           |           |
| Psychomotorik              | EM                           |              | •             |                |              | •             |                |              | •             |                | •             |                |                |                   |               |           |           |
| Selbstbehauptung           | EM                           |              | •             | •              |              | •             | •              |              | •             | •              | •             | •              | •              |                   |               |           |           |
| Entscheidungsverhalten     | EM                           |              | •             |                |              | •             |                |              | •             |                | •             |                |                |                   |               |           |           |
| Übungsfortschritt          | BM                           |              | •             |                |              | •             |                |              | •             |                | •             |                |                |                   |               |           |           |
| Navigation                 | BM                           |              | •             |                |              | •             |                |              | •             |                | •             |                |                |                   |               |           |           |
| Repositionings             | BM                           |              | •             |                |              | •             |                |              | •             |                | •             |                |                |                   |               |           |           |
| Funksprechverkehr          | BM                           |              | •             |                |              | •             |                |              | •             |                | •             |                |                |                   |               |           |           |

Zusätzlich gehen drei Eignungsmerkmale, namentlich Um- und Übersicht, Mehrfacharbeit und Belastbarkeit, in einen regressionsanalytisch ermittelten Gesamtindex (siehe Formel) ein.

$$\text{Gesamtindex} = 2,6 \times \frac{B_{M1+M2+M3+M4}}{4} + 2,3 \times \frac{U\ddot{U}_{M2+M3+M4}}{3} + 2,3 \times \frac{MA_{MM3+M4}}{2} + 4,6$$

B = Belastbarkeit; M = Mission; MA = Mehrfacharbeit; UÜ = Um- und Übersicht

Ferner wird in einem Einzelgespräch mit dem zuständigen Flugpsychologen die „fliegerische Motivation“ geklärt und bewertet (Noten 1-7).

Am Ende des fünftägigen Auswahlprozesses steht die sog. Auswahlkonferenz, an der die Simulator-Fluglehrer sowie der zuständige Flugpsychologe teilnehmen. In der Auswahlkonferenz gehen die in allen Teilbereichen erbrachten Leistungen sowie der erzielte Gesamtindex-Punktwert der Bewerber nach eingehender Erörterung in die abschließende Bewertung und Vergabe des Eignungsgrades ein. Hierfür stehen fünf mit Buchstaben benannte Eignungsgrade, die den Noten 1-7 zugeordnet sind, zur Verfügung (siehe Tabelle 3-9).

Tabelle 3-9: Zuordnung Eignungsgrad und Note Phase III FPS-H bzw. FPS-F

| Note     | Eignung                   | Eignungsgrad |
|----------|---------------------------|--------------|
| 1 oder 2 | besonders geeignet        | A            |
| 3        | gut geeignet              | B            |
| 4        | geeignet                  | C            |
| 5        | bei Bedarf geeignet       | D            |
| 6 oder 7 | „Zeitlich nicht geeignet“ | Uz           |
| 6 oder 7 | nicht geeignet            | U            |

### 3.4.2 Flugpsychologisches Testsystem - Fläche (FPS-F)

Phase III der Eignungsfeststellung (FPS-F) für die zukünftige Verwendung als JET, TRANS/PROP, WSO oder LOPO wird, wie oben bereits erwähnt, am Standort Fürstentfeldbruck durchgeführt. Im Laufe des Auswahlprozesses haben die Bewerber die Möglichkeit, ihre theoretischen und praktischen Fähig- bzw. Fertigkeiten in zwei Unterrichtseinheiten, vier Briefings, vier Übungs- und vier Testmissionen im Flugsimulator, vier Debriefings sowie zwei schriftlichen Tests unter Beweis zu stellen. In Abhängigkeit von den erbrachten Leistungen durchlaufen die Bewerber entweder einen verkürzten (Ablösung) oder den vollständigen viertägigen Auswahlprozess. Gleichzeitig besteht für die Bewerber jederzeit die Möglichkeit, das Auswahlverfahren abzubrechen.

Zur Vorbereitung auf die Eignungsfeststellung erhalten die Bewerber ca. 2 Wochen vor deren Beginn Lernmaterial für den ersten schriftlichen Theorietest und die Missionen im Flugsimulator, dieses sollen sie bis zu Beginn des Auswahlverfahrens gründlich erarbeiten.

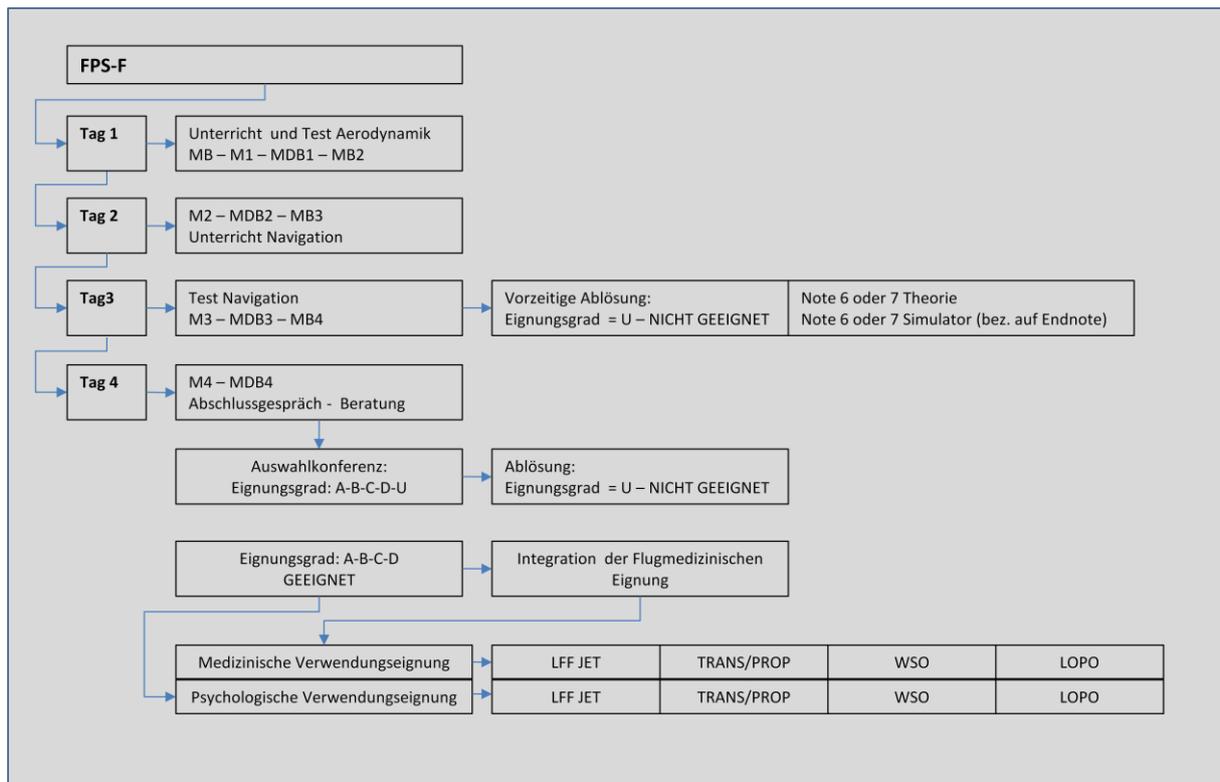


Abbildung 3-13: Ablauf der Eignungsfeststellung Phase III FPS-F

(M: Mission; MB: Mission Briefing; MDB: Mission Debriefing; Abb. aus Häcker & Bulheller, 2005)

Bei der Begrüßung erhalten die Bewerber weitere umfangliche Lernmaterialien, die sie während des viertägigen Assessments detailliert bearbeiten sollen. Nach der Be-

grüßung beginnt die erste Unterrichtsphase, in der die Inhalte der vorab zugesandten Lernmaterialien nochmals vertieft werden und anschließend im ersten schriftlichen Theorietest geprüft werden. Desweiteren werden das Briefing sowie die erste Mission-Übungsphase (unter Anleitung eines Simulator-Fluglehrers) und die erste Mission-Testphase im Flugsimulator sowie das zugehörige Debriefing für die erste Mission durchgeführt. Zum Abschluss des ersten Tages findet das Briefing für Mission 2 statt. Alle essentiellen Informationen für Mission 2 müssen von den Bewerbern bis zum folgenden Tag erarbeitet werden. Der nächste Tag beginnt mit der Übungsphase für Mission 2 im Flugsimulator, dies wieder unter Anleitung eines Simulator-Fluglehrers. Hierauf folgt die Testphase für Mission 2, anschließend folgt das betreffende Debriefing. Der vollständige zeitliche Ablauf der viertägigen Eignungsfeststellung ist in Abbildung 3-13 dargestellt.

Tabelle 3-10: Eignungs-/Beurteilungsmerkmale Phase III FPS-F

|                                | Eignungs-/<br>Bewertungsmerkmal | M1:Simulator | M1:Debriefing | M2:Simulator | M2:Debriefing | M3:Simulator | M3:Debriefing | M4:Simulator | M4:Debriefing | Aerodynamik-Test | Navigation-Test | NAV-Auffassungsgabe | NAV-Mitarbeit | NAV-Kooperation | NAV-Arbeitsweise |
|--------------------------------|---------------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|------------------|-----------------|---------------------|---------------|-----------------|------------------|
| Theorieleistung                | <b>EM</b>                       |              |               |              |               |              |               |              |               | •                | •               | •                   | •             | •               | •                |
| Konzentration                  | <b>EM</b>                       | •            |               | •            |               | •            |               | •            |               |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Aufmerksamkeitsverteilung      | <b>EM</b>                       | •            |               | •            |               | •            |               | •            |               |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Automatisierungsschnelligkeit  | <b>EM</b>                       | •            |               | •            |               | •            |               | •            |               |                  |                 | •                   | •             | •               | •                |
| Missionvorb./Verfahrenkenntnis | <b>EM</b>                       | •            | •             | •            | •             | •            | •             | •            | •             |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Um- und Übersicht              | <b>EM</b>                       | •            |               | •            |               | •            |               | •            |               |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Mehrfacharbeit                 | <b>EM</b>                       | •            |               | •            |               | •            |               | •            |               |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Handlungsentschiedenheit       | <b>EM</b>                       | •            |               | •            |               | •            |               | •            |               |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Stressverarbeitung             | <b>EM</b>                       | •            | •             | •            | •             | •            | •             | •            | •             |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Motorische Koordination        | <b>EM</b>                       | •            |               | •            |               | •            |               | •            |               |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Toleranz gegenüber Misserfolg  | <b>EM</b>                       | •            | •             | •            | •             | •            | •             | •            | •             |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Belastbarkeit                  | <b>EM</b>                       | •            |               | •            |               | •            |               | •            |               |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Übungsfortschritt              | <b>BM</b>                       | •            |               | •            |               | •            |               | •            |               |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Navigation                     | <b>BM</b>                       | •            |               | •            |               | •            |               | •            |               |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Repositionings                 | <b>BM</b>                       | •            |               | •            |               | •            |               | •            |               |                  |                 |                     |               |                 |                  |
| Funksprechverkehr              | <b>BM</b>                       | •            |               | •            |               | •            |               | •            |               |                  |                 |                     |               |                 |                  |

Tabelle aus Häcker & Bulheller, 2005

Während der Testung werden, neben der Auswertung der schriftlichen Leistungen, die Leistungen der Bewerber anhand von Verhaltensbeobachtungen bewertet, diese werden in den Unterrichtsphasen von einem Prüffoffizier, in den Übungsphasen der Missionen von einem Simulator-Fluglehrer und in den Testphasen und den Debriefings der Missionen von einem Flugpsychologen und einem Simulator-Fluglehrer vorgenommen. In die Eignungsbeurteilung gehen die Beobachtungen während der Übungsphase im Flugsimulator, mit Ausnahme des Eignungsmerkmals „Übungsfortschritt, jedoch nicht ein. Zudem wird das Briefing der einzelnen Missionen nicht explizit bewertet, wichtige Informationen und Beobachtungen werden jedoch in die schriftliche Begutachtung integriert. Die übrigen Leistungen der Bewerber werden in den einzelnen Situationen beobachtet und nach Beendigung derselben anhand der Eignungsmerkmale der BestME sowie der Bewertungsmerkmale beurteilt (siehe Tabelle 3-10) die Gesamtleistung in einer Situation Noten (von 1= beste Leistung bis 7= schlechteste Leistung) vergeben. Die Gesamtleistung einer Situation setzt sich hierbei aus dem arithmetischen Mittel der beobachteten Eignungs- und Bewertungsmerkmale zusammen. Zur Berechnung der Gesamtbewertung der Bewerberleistungen in den vier Flugsimulationen werden die einzelnen Missionen gewichtet (siehe Formel).

$$\text{Gesamtbewertung} = \frac{1 \times M1 + 2 \times M2 + 3 \times M3 + 3 \times M4}{4}$$

M = Mission

Zur Berechnung der Gesamtbewertung des Theorieteils werden die Leistung während des Navigationsunterrichts sowie des Aerodynamik-Tests (25 „Multiple-Choice“-Aufgaben, max. 25 Punkte) und des Navigationstests (komplexe Rechenaufgaben, max. 12 Punkte) einzeln benotet und anschließend arithmetisch gemittelt.

Ferner wird in einem Einzelgespräch mit dem zuständigen Flugpsychologen der Verlauf der viertägigen Testung reflektiert sowie die „fliegerische Motivation“ geklärt und bewertet (Noten 1-7).

Die Eignungs- und Bewertungsmerkmale sind gegenseitig nicht kompensierbar, d. h. wird ein Merkmalsbereich über alle Situationen hinweg mit der Note 6 oder 7 bewertet (siehe Abbildung 3-13), wird der Eignungsgrad „nicht geeignet“ vergeben. Die untere Grenze für den Eignungsgrad „bei Bedarf geeignet“ ist die Note 5. Steht bereits

am dritten Tag des Auswahlprozesses die Vergabe des Eignungsgrades „nicht geeignet“ fest, wird der betreffende Bewerber vorzeitig abgelöst.

Ausnahmeregelungen einer gegen- bzw. einseitigen Kompensation von Eignungs- und Bewertungsmerkmalen ist in Abhängigkeit der späteren Verwendung insofern möglich, als dem Bewerber entweder ein Reifungspotenzial zugeschrieben wird oder motorische Defizite die Pilotenlaufbahn nicht ermöglichen, jedoch eine Verwendung als WSO oder LOPO möglich ist.

Am Ende des viertägigen Auswahlprozesses steht die sog. Auswahlkonferenz, in der ein Gesamturteil über die erbrachten Leistungen der Bewerber gefällt wird. An dieser nehmen der Prüffoffizier, der zuständige Flugpsychologe sowie die Simulator-Fluglehrer teil. Während der Auswahlkonferenz werden die, in allen Teilbereichen erbrachten, Leistungen der Bewerber verrechnet und eingehend erörtert, abschließend werden ein Eignungsgrad und ein oder mehrere Verwendungsempfehlungen vergeben. Insgesamt gibt es fünf mit Buchstaben benannte Eignungsgrade, die den Noten 1 - 7 zugeordnet sind (siehe Tabelle 3-9).

Für die Verwendungsempfehlungen werden die Ergebnisse der Medizinischen Tauglichkeitsuntersuchung mit dem Eignungsgrad der Phase III verbunden. Hierbei ist die „Medizinische Tauglichkeit“ die bedingende Grundlage, die durch die psychologische Eignung komplettiert wird. Das bedeutet beispielsweise, dass bei einem Bewerber, mit fehlender medizinischer Tauglichkeit zum Jetpiloten und gleichzeitig guter psychologischer Eignung, eine Verwendungsempfehlung zum Jetpiloten ausgeschlossen wird, aber eine „gute Eignung“ (B) für TRANS/PROP, WSO und LOPO zugesprochen wird.

### **3.5 Statistische Verfahren**

Alle statistischen Analysen wurden anhand der Statistiksoftware IBM SPSS Statistics 19 vorgenommen. Die berichteten Ergebnisse werden auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha < .05$  als signifikant bzw. von  $\alpha < .01$  als hochsignifikant beurteilt.

#### **Explorative Analyse der Faktorenstruktur ICA 90 II**

Die Faktorenanalyse wurde in dieser Untersuchung als rein explorative Methode ohne vorherige Theorienbildung gewählt, um anhand der euklidischen Geometrie die den Daten inhärenten Strukturen objektiv abzubilden bzw. zu beschreiben und diese anhand einer Replikation zu bestätigen. Hierdurch konnten die Daten in einem mathematisch abgesicherten Gewichtungungsverhältnis zu Faktoren kompiliert werden. Die aufgefundene Struktur ist hierbei - in Abhängigkeit der gewählten faktorenanalytischen Methode - eine von mehreren möglichen Lösungen, aus diesem Grunde werden die verwendeten faktorenanalytischen Methoden unten expliziert. Eine Überprüfung der Methodeninvarianz wurde nicht vorgenommen, die Stichprobeninvarianz wurde indes kontrolliert (weiterführend siehe Guilford, 1948; Orlik, 1967; Fabrigar, Wegener, MacCallum, & Strahan, 1999).

Zur explorativen Analyse der Faktorenstruktur des Testsystems ICA 90 II wurden orthogonale Hauptachsenanalysen durchgeführt, da hierdurch einerseits eindeutige Interpretationen der aufgeklärten Gesamtvarianz, sowie andererseits eindeutige Abschätzungen über den Einfluss der extrahierten Faktoren auf die Aussenkriterien möglich sind (Tabachnik & Fidell, 2007, S. 647). Die Hauptachsenanalyse (PAF) wurde gewählt, obwohl die Maximum-Likelihood-Faktorenanalyse (ML) die bestmögliche Fähigkeit besitzt von einer Stichprobe auf die Population zu schließen. Grund hierfür sind die Voraussetzungen der ML. Für die Durchführung einer ML werden multivariat normalverteilte Variablen benötigt bzw. sollten die Variablen zumindest – wenn man der Daumenregel von Curran, West, & Finch (1996) folgt - eine Schiefe  $< 2$  und einen Exzess  $< 7$  aufweisen. Viele der in die Analysen einbezogenen Variablen überschreiten diese Daumenregel jedoch bei weitem.

Gleichwohl war es aufgrund der Größe der Gesamtstichprobe möglich, die schlechtere Vorhersagefähigkeit der PAF (gegenüber der ML) zu kompensieren. Dies wurde erreicht, indem die Gesamtstichprobe (N= 1416) halbiert (odd even) werden konnte, ohne die Stabilität der einzelnen erzielten Faktorenlösungen zu gefährden (MacCallum, Widaman, Zhang, & Hong, 1999; Mundform, Shaw, & Ke, 2005). Infolgedessen konnten die erzielten Faktorenlösungen der ersten Teilstichprobe (N=708), hinsichtlich ihrer Vorhersagefähigkeit auf die Population, anhand der zweiten Teilstichprobe (N=708) abgesichert bzw. kreuzvalidiert werden (Hair, Black, Babin, Anderson, & Tatham, 2006, S. 153). Bei den Analysen differieren die Stichprobenzahlen in Abhängigkeit der einbezogenen Messkategorien, da für einzelne Messkategorien teilweise nicht alle Werte vorlagen, in diesem Falle wurden nur diejenigen Bewerber in die Analysen eingezogen, für die alle Messkategorienwerte verfügbar waren.

Die Passung der einbezogenen Daten bzw. Messkategorien zur Durchführung einer Faktorenanalyse wurde in den einzelnen Analysen jeweils anhand mehrerer allgemein gebräuchlicher Kennwerte geprüft:

- Der KMO-Koeffizient (Kaiser-Meyer-Olkin-Koeffizient) ist ein Indikator für die globale Eignung aller in die Analysen einbezogenen Variablen. Kaiser (1974, S. 111) gibt Anhaltspunkte für die Bewertung des KMO-Koeffizient (siehe Kasten).

Bewertung des KMO-Koeffizient:

- < .50 – inkompatibel mit der Durchführung
- .50- .59 – schlecht
- .60- .69 – mäßig
- .70- .79 – mittel
- .80- .89 – gut
- > .90 – sehr gut

- Der Bartlett-Test auf Sphärizität testet, ob alle Korrelationen der Korrelationsmatrix = 0 sind. Wird der Test signifikant, ist anzunehmen, dass die Daten für eine Faktorenanalyse geeignet sind, da die Korrelationsmatrix  $\neq 0$  ist.
- Die MSA-Koeffizienten (Measure of Sample Adequacy) indizieren die spezifische Eignung der einzelnen in die Analysen einbezogenen Variablen und werden in der Anti-Image-Matrix in der Diagonalen abgebildet. Die Beurteilung der Kennwerte ist vergleichbar mit den KMO-Koeffizienten (Bühner, 2006, S. 207).

- Die Anzahl bzw. der Prozentsatz der nicht redundanten Residuen gibt die Differenz zwischen beobachteten und den, anhand der erzielten Faktorenlösung, reproduzierten Korrelationen an. Je geringer die Anzahl der nicht redundanten Residuen ist, desto besser können die beobachteten Korrelationen durch die Faktorenanalyse abgebildet werden (z.B. Backhaus, Erichson, Plincke, & Weiber, 2011, S. 357).

Die Auswahl der Faktorenanzahl wurde mittels Kaiser-Guttman-Kriterium (Guttman, 1954; Kaiser & Dickman, 1959) sowie „Scree-Test“ (Cattell & Vogelmann, 1977) vorgenommen. In der Ergebnisdarstellung wurden zur besseren Interpretierbarkeit der Faktorenlösungen, nur substantielle Koeffizienten mit Ladungen  $> .30$  dargestellt (vgl. Hair, Black, Babin, Anderson, & Tatham, 2006, S.127). Zur weiteren Analyse wurden Faktorwerte (Bartlett-Methode) gebildet.

### **Analyse der prädiktiven Validität des CAT auf ICA 90 II**

Zusammenhänge zwischen den CAT-Subtests und dem Testsystem ICA 90 II konnten aufgrund der intervallskalierten Daten anhand von Korrelationskoeffizienten (Pearson) berechnet werden.

### **Analyse der prädiktiven Validität des ICA 90 II bzw. CAT auf Phase III**

Zur ersten Abschätzung der prädiktiven Validität von ICA 90 II und CAT auf Phase III wurden zwischen den CAT-Werten, den Messkategorien des ICA 90 II sowie den – in dieser Arbeit berechneten – Faktorwerten und den rangskalierten Daten aus Phase III Rangkorrelationskoeffizienten (Spearman's  $\rho$ ) berechnet. Aufgrund der Verteilungen der rangskalierten Daten (extreme Unterschiede in der Zellenbesetzung) aus Phase III, wurden diese in dichotome Variablen umcodiert. Entsprechend wurden in den nachfolgenden Analysen schrittweise binärlogistische Regressionen berechnet. Die Bewertung der Regressionsmodelle wurde jeweils anhand mehrerer allgemein gebräuchlicher Prüfgrößen vorgenommen (siehe auch Backhaus, Erichson, Plincke, & Weiber, 2011, S 267-280):

- Um die Güte des Gesamtmodells abzuschätzen, wurden die Pseudo-R-Quadrat-Statistiken (Cox und Snell- $R^2$ ; Nagelkerke- $R^2$ ) verwendet, hierbei gelten Werte  $> .2$  als akzeptabel, Werte  $> .4$  als gut und Werte  $> .5$  als sehr gut.
- Die Abschätzung der Anpassungsgüte erfolgt einerseits anhand der Devianz (-2 Log Likelihood-Wert), diese nähert sich der  $X^2$ -Verteilung ( $df = \text{Stichprobenumfang} - \text{Anzahl der Variablen} - 1$ ) an, hierbei wird bei Werten  $<$  der tabellierten  $X^2$ -Werte (Irrtumswahrscheinlichkeit 5%) von einer sehr guten Anpassung des Modells gesprochen.
- Andererseits wurden die Klassifikationsergebnisse mit der proportionalen Zufallswahrscheinlichkeit verglichen, d. h. wenn die Klassifikationsergebnisse  $>$  der proportionalen Zufallswahrscheinlichkeit sind, entspricht dies einer guten Anpassung.

- Des Weiteren wird der Press's Q-Test durchgeführt, dieser folgt einer  $X^2$ -Verteilung mit einem Freiheitsgrad, bei Werten  $<$  der tabellierten  $X^2$ -Werte (Irrtumswahrscheinlichkeit 5%) unterscheiden sich die Klassifikationsergebnisse signifikant von einer zufälligen Zuordnung. Der Press's Q-Test wird wie folgt berechnet:

$$\text{Press's } Q = \frac{[K - (K \times G \times a)]^2}{K \times (G - 1)}$$

wobei:

K = Stichprobenumfang

G = Anzahl der Gruppen

a = Anteil der korrekt klassifizierten Elemente

- Die Wald-Statistik prüft, inwiefern einzelne Variablen in der Regressionsgleichung einen signifikanten Einfluss auf die Trennung der Gruppen haben. Auch diese Prüfgröße ist asymptotisch  $X^2$ -verteilt. Es werden nur Variablen mit einem signifikanten Wald-Koeffizienten in die Regressionsgleichung einbezogen.

Sowohl für FPS-H als auch für FPS-F wird eine logistische Regressionsgleichung aufgestellt.

Logistische Regressionsgleichung:

$$Pk(y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-z_k}}$$

$$\text{mit: } z_k = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j \times x_{jk} + u_k$$

Diese berechnet jeweils einen Gesamtwert für Phase II, anhand dessen mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit die Leistungen in Phase III vorhergesagt werden können.

## 4 Ergebnisse

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der durchgeführten Faktorenanalysen für das gesamte ICA90 II Testsystem berichtet. Diese wurden durchgeführt, um die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Messkategorien der Subtests des Testsystems ICA 90 II zu klären. Anschließend werden Pearson Korrelationskoeffizienten berichtet, die der Überprüfung der Zusammenhänge zwischen den erzielten Faktorwerten (der Faktorenanalysen) sowie Messkategorien und den CAT-Werten dienen. Nachfolgend werden Rangkorrelationskoeffizienten (Spearman's  $\rho$ ) sowie die Ergebnisse der durchgeführten logistischen Regressionen dargestellt. Diese wurden berechnet, um die Prognosefähigkeit der erzielten Faktorwerte, Messkategorien und CAT-Werte hinsichtlich Phase III – getrennt für FPS-H und FPS-F – zu analysieren (siehe Abbildung 4-1).

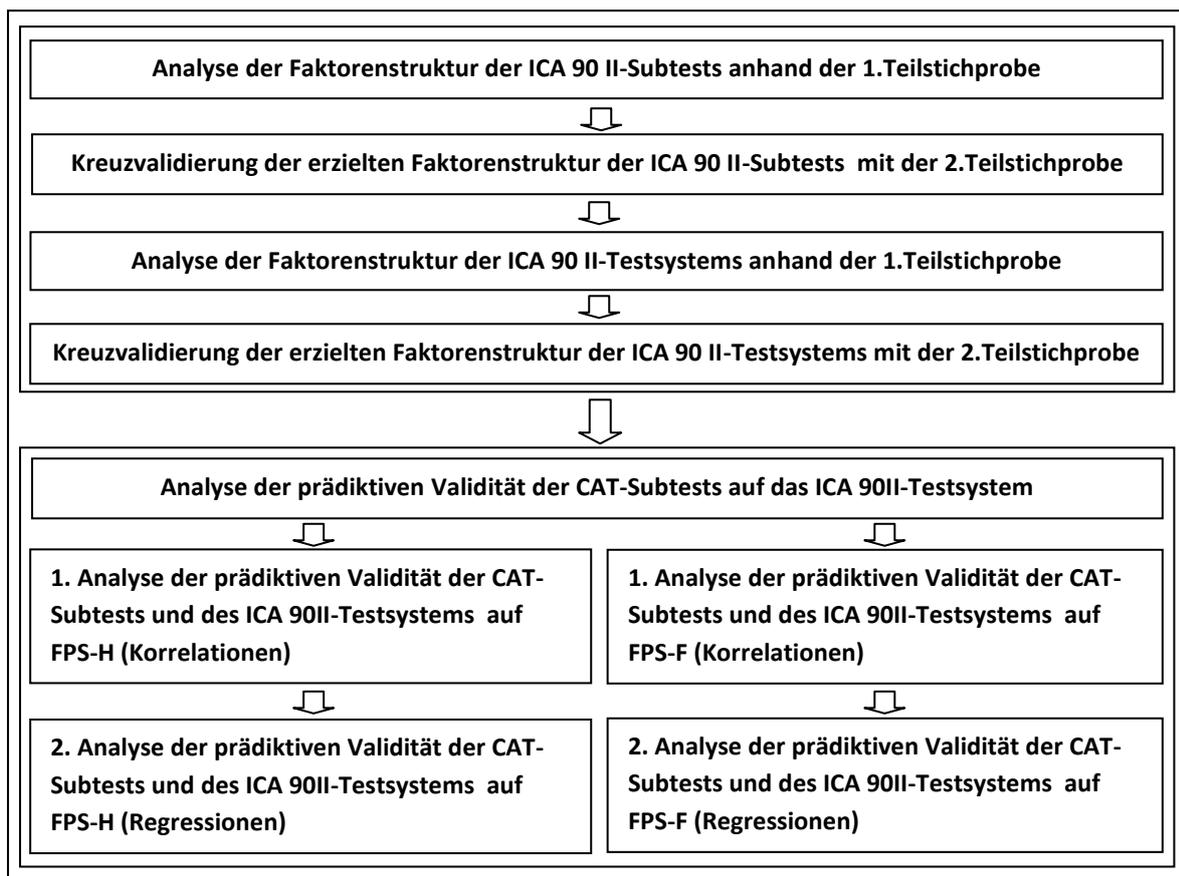


Abbildung 4-1: Reihenfolge der Ergebnisdarstellung

## 4.1 Analyse der Faktorenstruktur des Testsystems ICA 90 II

Zur Analyse der Faktorenstruktur des ICA 90 II sowie der Subtests PMT, SMT und ICT werden orthogonale Hauptachsenanalysen (PAF) durchgeführt, hierbei werden diejenigen Messkategorien einbezogen, die sich bereits bei der Entwicklung des Testgerätes bewährt haben (angemessene Differenzierungsfähigkeit und Reliabilität, siehe Kapitel 3.3).

### 4.1.1 Faktorenstruktur PMT

Die Faktorenstruktur des PMT wurde mit einer orthogonalen PAF (Varimax-Rotation) zunächst anhand der 1. Teilstichprobe ermittelt, im Anschluss wurde die erzielte Faktorenlösung anhand der 2. Teilstichprobe kreuzvalidiert.

#### 4.1.1.1 Faktorenstruktur PMT- 1.Stichprobe

In Tabelle 4-1 sind Mittelwerte, Standardabweichungen und Größe der 1. Teilstichprobe der einbezogenen Messkategorien (siehe Tabelle 3-4) angegeben.

Tabelle 4-1: PMT 1. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien

| MK                             | M        | SD       | N   |
|--------------------------------|----------|----------|-----|
| Treffer Runde A                | 18,82    | 17,95    | 669 |
| Treffer Runde B                | 30,64    | 21,97    | 669 |
| Treffer Runde C                | 35,98    | 22,65    | 669 |
| Summe der Zeiten bis 1.Treffer | 436,27   | 135,65   | 669 |
| Summe der Abweichungen         | 39186,40 | 24644,39 | 669 |

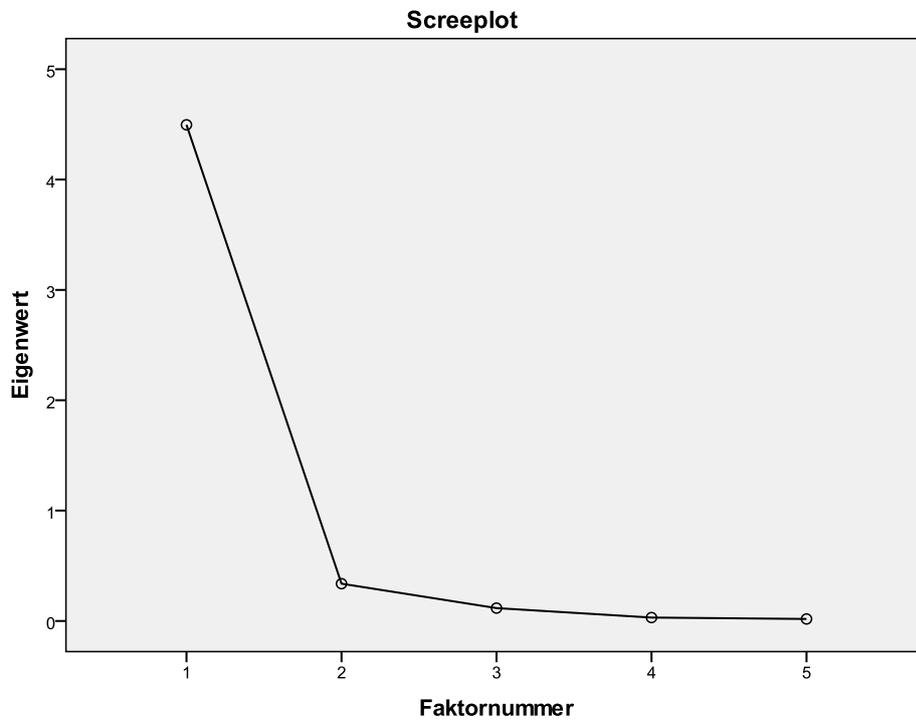
MK= Messkategorien; M= Mittelwert; SD=Standardabweichung; N= Stichprobe

Der KMO-Koeffizient von  $> .8$  und ein hochsignifikanter Bartlett-Test (Tabelle 4-2) sowie MSA-Koeffizienten von  $.770 - .853$  (s. Anhang Tabelle 7-34) indizieren gute Voraussetzungen für die Durchführung einer PAF. Die berechneten Residuen zwischen beobachteten und reproduzierten Korrelationen weisen keine nicht redundanten Residuen (0/0%) mit absoluten Werten größer 0,05 auf.

**Tabelle 4-2: PMT 1.Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test**

|   |                           |          |
|---|---------------------------|----------|
| Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin. |                           | ,809     |
| Bartlett-Test auf Sphärizität                       | Ungefähres Chi-Quadrat    | 6122,059 |
|   | df                        | 10       |
|   | Signifikanz nach Bartlett | ,000     |

Aufgrund des Scree-Tests sowie des Kaiser-Guttman-Kriteriums wurde ein Faktor extrahiert (siehe Abbildung 4-2 und Tabelle 4-3).



**Abbildung 4-2: PMT 1.Stichprobe – Screeplot**

Tabelle 4-3: PMT 1.Stichprobe - Erklärte Gesamtvarianz

| Faktor | Anfängliche Eigenwerte |               |              | Summen der quadrierten Faktorladungen für Extraktion |               |              |
|--------|------------------------|---------------|--------------|--|---------------|--------------|
|        | Gesamt                 | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt   | % der Varianz | Kumulierte % |
| 1      | 4,496                  | 89,918        | 89,918       | 4,390  | 87,797        | 87,797       |
| 2      | ,338                   | 6,760         | 96,678       |  |               |              |
| 3      | ,117                   | 2,334         | 99,011       |  |               |              |
| 4      | ,031                   | ,622          | 99,633       |  |               |              |
| 5      | ,018                   | ,367          | 100,000      |  |               |              |

Extraktionsmethode: Hauptachsen-Faktorenanalyse (PAF).

Die Messkategorien weisen hohe bzw. sehr hohe Ladungen auf dem extrahierten Faktor auf. Die aufgeklärte Varianz (Kommunalität) der Messkategorien durch den extrahierten Faktor ist bis auf die Messkategorie „Summe der Abweichungen“ sehr hoch (siehe Tabelle 4-4). Die negativen Ladungen der Messkategorien „Summe der Zeiten bis 1.Treffer“ und „Summe der Abweichungen“ ergeben sich aufgrund ihrer Codierung (je niedriger Zeit bzw. Abweichung, desto besser wird die Leistung bewertet). Der extrahierte Faktor klärt 87,80% der Gesamtvarianz der einbezogenen Messkategorien auf (Tabelle 4-3).

Tabelle 4-4: PMT 1. Stichprobe - Faktoren- und Kommunalitäten<sup>a</sup>

|                                | Faktor | Kommunalitäten |            |
|--------------------------------|--------|----------------|------------|
|                                | 1      | Anfänglich     | Extraktion |
| Treffer Runde A                | ,969   | ,965           | ,939       |
| Treffer Runde B                | ,977   | ,960           | ,955       |
| Treffer Runde C                | ,962   | ,941           | ,925       |
| Summe der Zeiten bis 1.Treffer | -,975  | ,958           | ,950       |
| Summe der Abweichungen         | -,788  | ,692           | ,621       |

Extraktionsmethode: PAF; a. 1 Faktor extrahiert; Es werden 4 Iterationen benötigt.

#### 4.1.1.2 Faktorstruktur PMT- 2.Stichprobe

In Tabelle 4-5 sind Mittelwerte, Standardabweichungen und Größe der 2. Teilstichprobe der einbezogenen Messkategorien (siehe Tabelle 3-4) angegeben.

**Tabelle 4-5: PMT 2.Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien**

| MK                              | M        | SD        | N   |
|---------------------------------|----------|-----------|-----|
| Treffer Runde A                 | 18,62    | 17,25     | 663 |
| Treffer Runde B                 | 30,37    | 20,59     | 663 |
| Treffer Runde C                 | 35,49    | 21,56     | 663 |
| Summe der Zeiten bis 1. Treffer | 435,54   | 132,52    | 663 |
| Summe der Abweichungen          | 39044,53 | 23841,747 | 663 |

MK= Messkategorien; M= Mittelwert; SD=Standardabweichung; N= Stichprobe

Der KMO-Koeffizient von  $> .8$  und ein hochsignifikanter Bartlett-Test (Tabelle 4-6) sowie MSA-Koeffizienten von  $.784 - .876$  (s. Anhang Tabelle 7-35) indizieren gute Voraussetzungen für die Durchführung einer PAF. Die berechneten Residuen zwischen beobachteten und reproduzierten Korrelationen weisen keine nicht redundanten Residuen (0/0%) mit absoluten Werten größer 0,05 auf.

**Tabelle 4-6: PMT 2. Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test**

|   |                           |          |
|---|---------------------------|----------|
| Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin. |                           | ,825     |
| Bartlett-Test auf Sphärizität                       | Ungefähres Chi-Quadrat    | 5866,905 |
|   | df                        | 10       |
|   | Signifikanz nach Bartlett | ,000     |

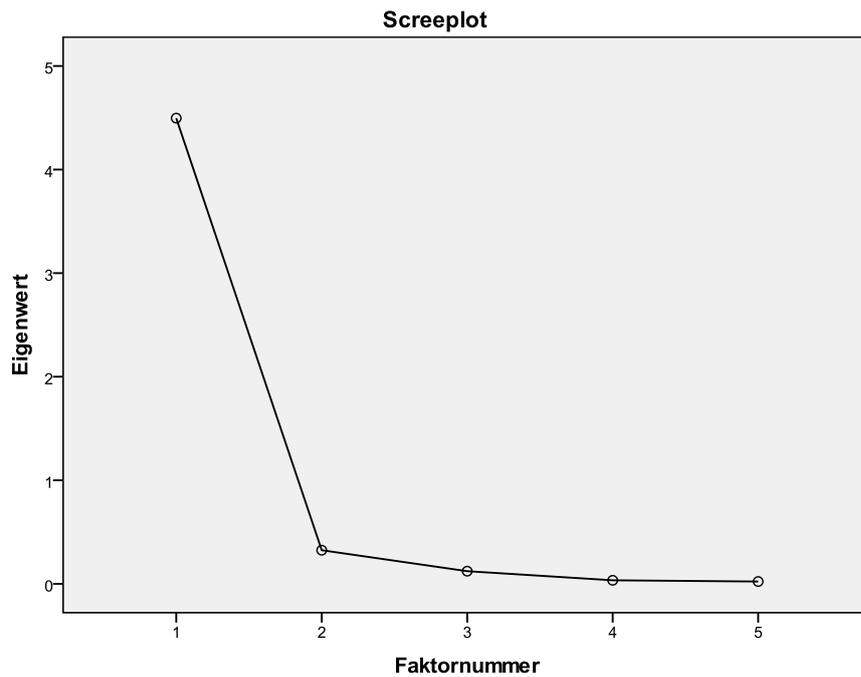


Abbildung 4-3: PMT 2.Stichprobe - Screeplot

Aufgrund des Scree-Tests sowie des Kaiser-Guttman-Kriteriums wurde ein Faktor extrahiert (siehe Abbildung 4-3 und Tabelle 4-7).

Tabelle 4-7: PMT 2. Stichprobe – Erklärte Gesamtvarianz

| Faktor | Anfängliche Eigenwerte |               |              | Summen der quadrierten Faktorladungen für Extraktion |               |              |
|--------|------------------------|---------------|--------------|--|---------------|--------------|
|        | Gesamt                 | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt   | % der Varianz | Kumulierte % |
| 1      | 4,496                  | 89,928        | 89,928       | 4,388  | 87,765        | 87,765       |
| 2      | ,325                   | 6,494         | 96,422       |  |               |              |
| 3      | ,122                   | 2,444         | 98,866       |  |               |              |
| 4      | ,034                   | ,687          | 99,553       |  |               |              |
| 5      | ,022                   | ,447          | 100,000      |  |               |              |

Extraktionsmethode: PAF.

Die Messkategorien weisen hohe bzw. sehr hohe Ladungen auf dem extrahierten Faktor auf. Die aufgeklärte Varianz (Kommunalität) der Messkategorien durch den extrahierten Faktor ist bis auf die Messkategorie „Summe der Abweichungen“ sehr hoch (siehe Tabelle 4-8). Die negativen Ladungen der Messkategorien „Summe der Zeiten bis 1.Treffer“ und „Summe der Abweichungen“ ergeben sich aufgrund ihrer Codierung (je niedriger Zeit bzw. Abweichung, desto besser wird die Leistung bewertet). Der extrahierte Faktor klärt 87,77% der Gesamtvarianz der einbezogenen Messkategorien auf (Tabelle 4-7).

**Tabelle 4-8: PMT 2. Stichprobe - Faktoren- und Kommunalitäten<sup>a</sup>**

|                                | Faktor | Kommunalitäten |            |
|--------------------------------|--------|----------------|------------|
|                                | 1      | Anfänglich     | Extraktion |
| Treffer Runde A                | ,967   | ,959           | ,935       |
| Treffer Runde B                | ,974   | ,951           | ,948       |
| Treffer Runde C                | ,961   | ,935           | ,923       |
| Summe der Zeiten bis 1.Treffer | -,974  | ,954           | ,948       |
| Summe der Abweichungen         | -,797  | ,689           | ,635       |

Extraktionsmethode: PAF; a. 1 Faktor extrahiert; Es werden 4 Iterationen benötigt.

Aufgrund der Ergebnisse der Faktorenanalysen für die 1. und 2. Teilstichprobe kann von einer stabilen Faktorenlösung der einbezogenen PMT-Messkategorien gesprochen werden.

Die auf Grundlage der Faktorenlösungen gebildeten Faktorwerte (Bartlett-Methode) werden in die weiteren Analysen einbezogen.

## 4.1.2 Faktorenstruktur SMT

Die Faktorenstruktur des SMT wurde mit einer orthogonalen PAF (Varimax-Rotation) zunächst anhand der 1. Teilstichprobe ermittelt, im Anschluss wurde die erzielte Faktorenlösung anhand der 2. Teilstichprobe kreuzvalidiert.

### 4.1.2.1 Faktorenstruktur SMT- 1.Stichprobe

In Tabelle 4-9 sind Mittelwerte, Standardabweichungen und Größe der 1. Teilstichprobe (siehe Tabelle 3-5) der einbezogenen Messkategorien angegeben.

Tabelle 4-9: SMT 1. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien

| MK                           | M     | SD   | N   |
|------------------------------|-------|------|-----|
| Treffer Stick Runde 15       | 21,76 | 6,68 | 701 |
| Treffer Stick Runde 16       | 22,48 | 6,76 | 701 |
| Treffer Stick Runde 17       | 22,80 | 6,49 | 701 |
| Treffer Ruder Runde 15       | 12,88 | 4,85 | 701 |
| Treffer Ruder Runde 16       | 14,68 | 5,31 | 701 |
| Treffer Ruder Runde 17       | 15,56 | 5,72 | 701 |
| Treffer Speed Runde 15       | 26,16 | 6,99 | 701 |
| Treffer Speed Runde 16       | 27,32 | 7,53 | 701 |
| Treffer Speed Runde 17       | 27,80 | 7,54 | 701 |
| Treffer Stick/Speed Runde 15 | 16,35 | 8,70 | 701 |
| Treffer Stick/Speed Runde 16 | 17,59 | 9,22 | 701 |
| Treffer Stick/Speed Runde 17 | 18,20 | 9,13 | 701 |
| Treffer Stick/Ruder Runde 15 | 7,58  | 4,89 | 701 |
| Treffer Stick/Ruder Runde 16 | 8,97  | 5,73 | 701 |
| Treffer Stick/Ruder Runde 17 | 9,71  | 6,25 | 701 |
| Treffer Ruder/Speed Runde 15 | 9,35  | 5,25 | 701 |
| Treffer Ruder/Speed Runde 16 | 11,10 | 6,20 | 701 |
| Treffer Ruder/Speed Runde 17 | 11,93 | 6,57 | 701 |
| 3-fach Treffer Runde 15      | 3,29  | 3,34 | 701 |
| 3-fach Treffer Runde 16      | 3,96  | 4,05 | 701 |
| 3-fach Treffer Runde 17      | 4,34  | 4,21 | 701 |

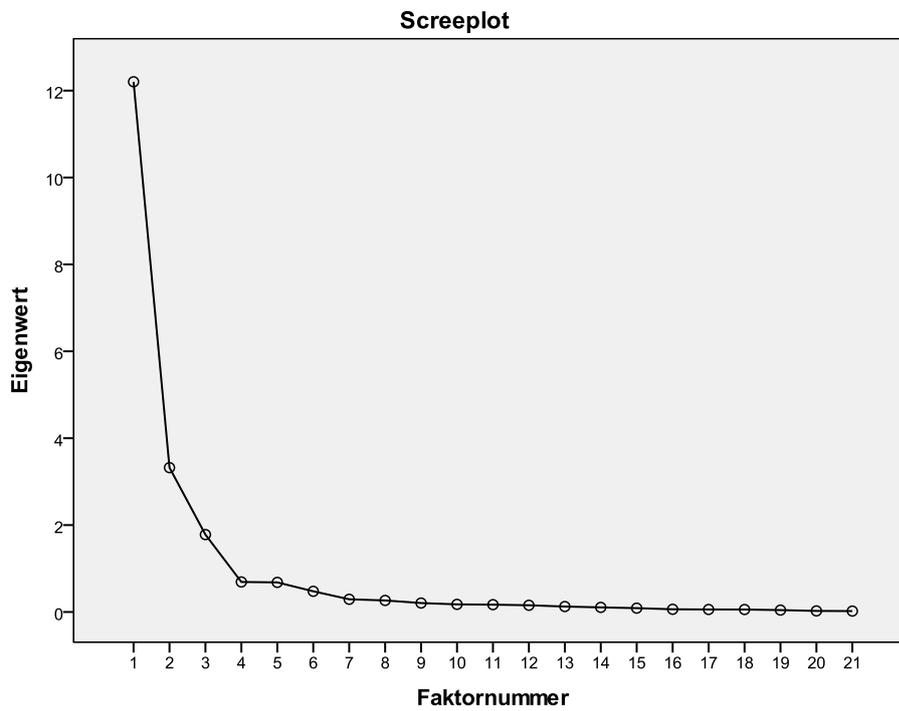
MK= Messkategorien; M= Mittelwert; SD=Standardabweichung; N= Stichprobe

Der KMO-Koeffizient von  $> .8$  und ein hochsignifikanter Bartlett-Test (Tabelle 4-10) sowie MSA-Koeffizienten von  $.758 - .889$  (auf die Darstellung der Anti-Image-Matrix wird aufgrund ihrer Größe verzichtet) indizieren gute Voraussetzungen für die Durchführung einer PAF. Die berechneten Residuen zwischen beobachteten und reproduzierten Korrelationen weisen 37 nicht redundante Residuen (17%) mit absoluten Werten größer 0,05 auf.

**Tabelle 4-10: SMT 1.Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test**

|   |                           |           |
|---|---------------------------|-----------|
| Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin. |                           | ,844      |
| Bartlett-Test auf Sphärizität                       | Ungefähres Chi-Quadrat    | 22661,263 |
|   | df                        | 210       |
|   | Signifikanz nach Bartlett | ,000      |

Aufgrund des Scree-Tests sowie des Kaiser-Guttman-Kriteriums (Eigenwert >1) wurden drei Faktoren extrahiert (siehe Abbildung 4-4 und Tabelle 4-11).



**Abbildung 4-4: SMT 1.Stichprobe - Screeplot**

Tabelle 4-11: SMT 1.Stichprobe - Erklärte Gesamtvarianz

| Faktor | Anfängliche Eigenwerte |               |              | Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion |               |              | Rotierte Summe der quadrierten Ladungen |               |              |
|--------|------------------------|---------------|--------------|--|---------------|--------------|---|---------------|--------------|
|        | Gesamt                 | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt   | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt                                  | % der Varianz | Kumulierte % |
|        |                        |               |              |  |               |              |   |               |              |
| 1      | 12,204                 | 58,113        | 58,113       | 12,000   | 57,141        | 57,141       | 5,929                                   | 28,234        | 28,234       |
| 2      | 3,322                  | 15,821        | 73,934       | 3,148  | 14,990        | 72,131       | 5,909                                   | 28,140        | 56,374       |
| 3      | 1,781                  | 8,480         | 82,414       | 1,613  | 7,681         | 79,812       | 4,922                                   | 23,437        | 79,812       |
| 4      | ,691                   | 3,289         | 85,703       |  |               |              |   |               |              |
| 5      | ,681                   | 3,243         | 88,947       |  |               |              |   |               |              |
| 6      | ,476                   | 2,266         | 91,213       |  |               |              |   |               |              |
| 7      | ,292                   | 1,392         | 92,604       |  |               |              |   |               |              |
| 8      | ,266                   | 1,265         | 93,869       |  |               |              |   |               |              |
| 9      | ,206                   | ,979          | 94,848       |  |               |              |   |               |              |
| 10     | ,175                   | ,834          | 95,682       |  |               |              |   |               |              |
| 11     | ,168                   | ,802          | 96,484       |  |               |              |   |               |              |
| 12     | ,155                   | ,736          | 97,221       |  |               |              |   |               |              |
| 13     | ,125                   | ,595          | 97,816       |  |               |              |   |               |              |
| 14     | ,106                   | ,504          | 98,320       |  |               |              |   |               |              |
| 15     | ,088                   | ,421          | 98,741       |  |               |              |   |               |              |
| 16     | ,062                   | ,295          | 99,036       |  |               |              |   |               |              |
| 17     | ,058                   | ,274          | 99,310       |  |               |              |   |               |              |
| 18     | ,057                   | ,270          | 99,580       |  |               |              |   |               |              |
| 19     | ,043                   | ,206          | 99,786       |  |               |              |   |               |              |
| 20     | ,024                   | ,116          | 99,901       |  |               |              |   |               |              |
| 21     | ,021                   | ,099          | 100,000      |  |               |              |   |               |              |

Extraktionsmethode: PAF

Nach der Varimax-Rotation der Extraktion ergeben sich drei ungefähr gleichwertige Faktoren. Der erste extrahierte Faktor erklärt demnach 28,23%, der zweite Faktor 28,14% und der dritte Faktor 23,44% der Varianz der einbezogenen Messkategorien. Aufgrund der orthogonalen Rotation können die Varianzen der einzelnen Faktoren zu einer erklärten Gesamtvarianz von 79,81% addiert werden (siehe Tabelle 4-11).

Die Messkategorien weisen mittlere, hohe und sehr hohe Ladungen auf den extrahierten Faktoren auf. Die aufgeklärte Varianz (Kommunalität) der Messkategorien durch die extrahierten Faktoren ist hoch bis angemessen (siehe Tabelle 4-12).

Tabelle 4-12: SMT 1.Stichprobe – Rotierte Faktorenmatrix<sup>a</sup> und Kommunalitäten

|                              | Faktor |      |      | Kommunalitäten |            |
|------------------------------|--------|------|------|----------------|------------|
|                              | 1      | 2    | 3    | Anfänglich     | Extraktion |
| Treffer Stick Runde 15       |        | ,882 |      | ,920           | ,870       |
| Treffer Stick Runde 16       |        | ,888 |      | ,936           | ,894       |
| Treffer Stick Runde 17       | ,305   | ,866 |      | ,933           | ,872       |
| Treffer Ruder Runde 15       | ,861   |      |      | ,901           | ,783       |
| Treffer Ruder Runde 16       | ,891   |      |      | ,920           | ,844       |
| Treffer Ruder Runde 17       | ,872   |      |      | ,924           | ,838       |
| Treffer Speed Runde 15       |        |      | ,855 | ,876           | ,766       |
| Treffer Speed Runde 16       |        |      | ,923 | ,916           | ,873       |
| Treffer Speed Runde 17       |        |      | ,909 | ,903           | ,844       |
| Treffer Stick/Speed Runde 15 |        | ,658 | ,613 | ,928           | ,842       |
| Treffer Stick/Speed Runde 16 |        | ,667 | ,633 | ,932           | ,872       |
| Treffer Stick/Speed Runde 17 |        | ,643 | ,629 | ,924           | ,837       |
| Treffer Stick/Ruder Runde 15 | ,612   | ,614 |      | ,878           | ,759       |
| Treffer Stick/Ruder Runde 16 | ,643   | ,610 |      | ,892           | ,799       |
| Treffer Stick/Ruder Runde 17 | ,638   | ,633 |      | ,913           | ,821       |
| Treffer Ruder/Speed Runde 15 | ,738   |      | ,395 | ,876           | ,731       |
| Treffer Ruder/Speed Runde 16 | ,720   |      | ,475 | ,897           | ,794       |
| Treffer Ruder/Speed Runde 17 | ,709   |      | ,488 | ,904           | ,796       |
| 3-fach Treffer Runde 15      | ,433   | ,501 | ,401 | ,841           | ,600       |
| 3-fach Treffer Runde 16      | ,423   | ,510 | ,459 | ,856           | ,650       |
| 3-fach Treffer Runde 17      | ,433   | ,524 | ,460 | ,871           | ,673       |

Extraktionsmethode: PAF. Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Die Rotation ist in 6 Iterationen konvergiert.

Faktor 1 kann aufgrund der hohen Ladungen der Messkategorien „Treffer Ruder“ der Runden 15-17 als „Fuß-Auge-Koordination“ bezeichnet werden, während Faktor 2 aufgrund der hohen Ladungen der Messkategorien „Treffer Stick“ der Runden 15-17 als „Rechte-Hand-Auge-Koordination“ bezeichnet werden kann. Faktor 3 wiederum kann aufgrund der hohen Ladungen der Messkategorien „Treffer Speed“ der Runden 15-17 als „Linke-Hand-Auge-Koordination“ bezeichnet werden.

Die mittleren Ladungen der 2-fach-Treffer „Stick-Speed“ (Runde 15, 16 und 17), „Stick-Ruder“ (Runde 15, 16 und 17) und „Ruder-Speed“ (Runde 15, 16 und 17) sowie der 3-fach-Treffer „Stick-Ruder-Speed“ (Runde 15, 16 und 17) laden erwartungskonform auf den jeweiligen Faktoren. Die Nebenladung der Messkategorie „Treffer-Stick“ (Runde 17) auf Faktor 1 deutet auf einen schwachen Zusammenhang (9,3% gemeinsame Varianz von Treffer Stick Runde 17 und Faktor 1) zwischen Rechte-Hand-Auge- und Fuß-Auge-Koordination hin.

#### 4.1.2.2 Faktorenstruktur SMT- 2.Stichprobe

In Tabelle 4-13 sind Mittelwerte, Standardabweichungen und Größe der 2. Teilstichprobe der einbezogenen Messkategorien (siehe Tabelle 3-5) angegeben.

**Tabelle 4-13: SMT 2.Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien**

| MK                           | M     | SD    | N   |
|------------------------------|-------|-------|-----|
| Treffer Stick Runde 15       | 21,43 | 6,821 | 694 |
| Treffer Stick Runde 16       | 22,23 | 6,738 | 694 |
| Treffer Stick Runde 17       | 22,75 | 6,785 | 694 |
| Treffer Ruder Runde 15       | 12,97 | 5,111 | 694 |
| Treffer Ruder Runde 16       | 14,93 | 5,491 | 694 |
| Treffer Ruder Runde 17       | 15,87 | 5,584 | 694 |
| Treffer Speed Runde 15       | 26,22 | 6,773 | 694 |
| Treffer Speed Runde 16       | 27,40 | 7,036 | 694 |
| Treffer Speed Runde 17       | 27,40 | 7,280 | 694 |
| Treffer Stick/Speed Runde 15 | 16,05 | 8,623 | 694 |
| Treffer Stick/Speed Runde 16 | 17,63 | 8,915 | 694 |
| Treffer Stick/Speed Runde 17 | 18,12 | 9,247 | 694 |
| Treffer Stick/Ruder Runde 15 | 7,62  | 4,966 | 694 |
| Treffer Stick/Ruder Runde 16 | 9,04  | 5,729 | 694 |
| Treffer Stick/Ruder Runde 17 | 9,89  | 6,084 | 694 |
| Treffer Ruder/Speed Runde 15 | 9,55  | 5,236 | 694 |
| Treffer Ruder/Speed Runde 16 | 11,25 | 6,164 | 694 |
| Treffer Ruder/Speed Runde 17 | 11,97 | 6,380 | 694 |
| 3-fach Treffer Runde 15      | 3,28  | 3,229 | 694 |
| 3-fach Treffer Runde 16      | 3,94  | 3,821 | 694 |
| 3-fach Treffer Runde 17      | 4,20  | 3,780 | 694 |

MK= Messkategorien; M= Mittelwert; SD=Standardabweichung; N= Stichprobe

Tabelle 4-14: SMT 2. Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test

|   |                           |           |
|---|---------------------------|-----------|
| Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin. |                           | ,843      |
| Bartlett-Test auf Sphärizität                       | Ungefähres Chi-Quadrat    | 21894,868 |
|   | df                        | 210       |
|   | Signifikanz nach Bartlett | ,000      |

Der KMO-Koeffizient von  $> .8$  und ein hochsignifikanter Bartlett-Test (Tabelle 4-14) sowie MSA-Koeffizienten von  $.756 - .871$  (auf die Darstellung der Anti-Image-Matrix wird aufgrund ihrer Größe verzichtet) indizieren gute Voraussetzungen für die Durchführung einer PAF. Die berechneten Residuen zwischen beobachteten und reproduzierten Korrelationen weisen 34 nicht redundante Residuen (16%) mit absoluten Werten größer 0,05 auf.

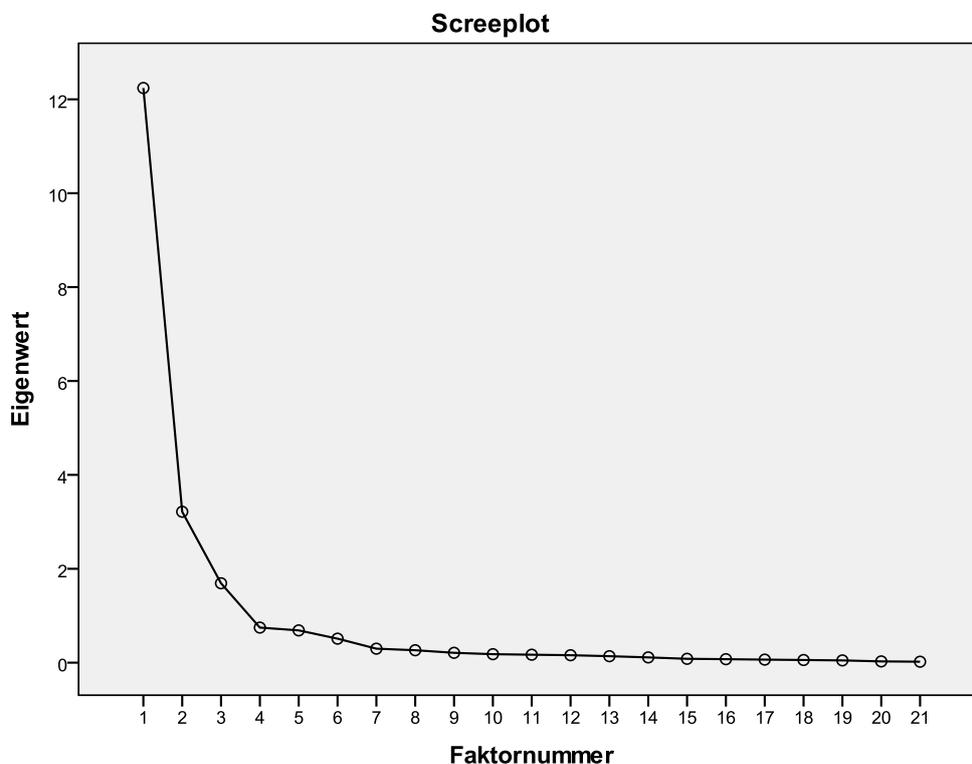


Abbildung 4-5: SMT 2. Stichprobe - Screeplot

Aufgrund des Scree-Tests sowie des Kaiser-Guttman-Kriteriums wurden drei Faktoren extrahiert (siehe Abbildung 4-5 und Tabelle 4-15).

Tabelle 4-15: SMT 2. Stichprobe – Erklärte Gesamtvarianz

| Faktor | Anfängliche Eigenwerte |         |              | Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion |         |              | Rotierte Summe der quadrierten Ladungen |         |              |
|--------|------------------------|---------|--------------|--|---------|--------------|---|---------|--------------|
|        | Gesamt                 | % der   | Kumulierte % | Gesamt   | % der   | Kumulierte % | Gesamt                                  | % der   | Kumulierte % |
|        |                        | Varianz |              |  | Varianz |              |   | Varianz |              |
| 1      | 12,241                 | 58,290  | 58,290       | 12,030   | 57,285  | 57,285       | 6,045                                   | 28,784  | 28,784       |
| 2      | 3,214                  | 15,307  | 73,597       | 3,030  | 14,430  | 71,715       | 5,512                                   | 26,247  | 55,030       |
| 3      | 1,691                  | 8,053   | 81,649       | 1,518  | 7,227   | 78,942       | 5,022                                   | 23,912  | 78,942       |
| 4      | ,747                   | 3,559   | 85,208       |  |         |              |   |         |              |
| 5      | ,688                   | 3,275   | 88,483       |  |         |              |   |         |              |
| 6      | ,512                   | 2,436   | 90,918       |  |         |              |   |         |              |
| 7      | ,298                   | 1,419   | 92,338       |  |         |              |   |         |              |
| 8      | ,265                   | 1,262   | 93,600       |  |         |              |   |         |              |
| 9      | ,210                   | 1,000   | 94,600       |  |         |              |   |         |              |
| 10     | ,181                   | ,861    | 95,461       |  |         |              |   |         |              |
| 11     | ,170                   | ,807    | 96,269       |  |         |              |   |         |              |
| 12     | ,159                   | ,757    | 97,026       |  |         |              |   |         |              |
| 13     | ,138                   | ,657    | 97,683       |  |         |              |   |         |              |
| 14     | ,112                   | ,534    | 98,218       |  |         |              |   |         |              |
| 15     | ,082                   | ,392    | 98,610       |  |         |              |   |         |              |
| 16     | ,074                   | ,354    | 98,964       |  |         |              |   |         |              |
| 17     | ,065                   | ,310    | 99,274       |  |         |              |   |         |              |
| 18     | ,057                   | ,270    | 99,544       |  |         |              |   |         |              |
| 19     | ,048                   | ,230    | 99,774       |  |         |              |   |         |              |
| 20     | ,027                   | ,129    | 99,903       |  |         |              |   |         |              |
| 21     | ,020                   | ,097    | 100,000      |  |         |              |   |         |              |

Extraktionsmethode: PAF.

Nach der Varimax-Rotation der Extraktion ergeben sich drei ungefähr gleichwertige Faktoren. Der erste extrahierte Faktor erklärt demnach 28,78%, der zweite Faktor 26,25% und der dritte Faktor 23,91% der Varianz der einbezogenen Messkategorien. Aufgrund der orthogonalen Rotation können die Varianzen der einzelnen Faktoren zu einer erklärten Gesamtvarianz von 78,94% addiert werden (siehe Tabelle 4-11).

Die Messkategorien weisen mittlere, hohe und sehr hohe Ladungen auf den extrahierten Faktoren auf. Die aufgeklärte Varianz (Kommunalität) der Messkategorien durch die extrahierten Faktoren ist hoch bis angemessen (siehe Tabelle 4-16).

Tabelle 4-16: SMT 2. Stichprobe – Rotierte Faktorenmatrix<sup>a</sup>- und Kommunalitäten

|                              | Faktor |      |      | Kommunalitäten |            |
|------------------------------|--------|------|------|----------------|------------|
|                              | 1      | 2    | 3    | Anfänglich     | Extraktion |
| Treffer Stick Runde 15       |        | ,866 |      | ,917           | ,870       |
| Treffer Stick Runde 16       | ,318   | ,856 |      | ,939           | ,881       |
| Treffer Stick Runde 17       | ,334   | ,845 |      | ,923           | ,863       |
| Treffer Ruder Runde 15       | ,850   |      |      | ,907           | ,781       |
| Treffer Ruder Runde 16       | ,893   |      |      | ,922           | ,852       |
| Treffer Ruder Runde 17       | ,873   |      |      | ,912           | ,838       |
| Treffer Speed Runde 15       |        |      | ,881 | ,878           | ,801       |
| Treffer Speed Runde 16       |        |      | ,907 | ,903           | ,844       |
| Treffer Speed Runde 17       |        |      | ,876 | ,888           | ,795       |
| Treffer Stick/Speed Runde 15 |        | ,657 | ,630 | ,920           | ,853       |
| Treffer Stick/Speed Runde 16 |        | ,646 | ,640 | ,928           | ,862       |
| Treffer Stick/Speed Runde 17 |        | ,656 | ,607 | ,918           | ,839       |
| Treffer Stick/Ruder Runde 15 | ,616   | ,594 |      | ,878           | ,739       |
| Treffer Stick/Ruder Runde 16 | ,647   | ,602 |      | ,904           | ,798       |
| Treffer Stick/Ruder Runde 17 | ,651   | ,605 |      | ,898           | ,800       |
| Treffer Ruder/Speed Runde 15 | ,729   |      | ,411 | ,875           | ,737       |
| Treffer Ruder/Speed Runde 16 | ,727   |      | ,488 | ,893           | ,799       |
| Treffer Ruder/Speed Runde 17 | ,726   |      | ,471 | ,890           | ,785       |
| 3-fach Treffer Runde 15      | ,415   | ,457 | ,444 | ,829           | ,578       |
| 3-fach Treffer Runde 16      | ,436   | ,445 | ,495 | ,852           | ,633       |
| 3-fach Treffer Runde 17      | ,448   | ,439 | ,487 | ,853           | ,630       |

Extraktionsmethode: PAF. Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Die Rotation ist in 6 Iterationen konvergiert.

Faktor 1 kann aufgrund der hohen Ladungen der Messkategorien „Treffer Ruder“ der Runden 15-17 als „Fuß-Auge-Koordination“ bezeichnet werden, während Faktor 2 aufgrund der hohen Ladungen der Messkategorien „Treffer Stick“ der Runden 15-17 als „Rechte-Hand-Auge-Koordination“ bezeichnet werden kann. Faktor 3 wiederum kann aufgrund der hohen Ladungen der Messkategorien „Treffer Speed“ der Runden 15-17 als „Linke-Hand-Auge-Koordination“ bezeichnet werden.

Die mittleren Ladungen der 2-fach-Treffer „Stick-Speed“ (Runde 15, 16 und 17), „Stick-Ruder“ (Runde 15, 16 und 17) und „Ruder-Speed“ (Runde 15, 16 und 17) sowie der 3-fach-Treffer „Stick-Ruder-Speed“ (Runde 15, 16 und 17) laden erwartungskonform auf den jeweiligen Faktoren.

Die Nebenladung der Messkategorien „Treffer-Stick“ (Runde 16 und 17) auf Faktor 1 deuten auch bei der 2. Teilstichprobe auf einen schwachen Zusammenhang (10%

bzw. 11% gemeinsame Varianz mit Faktor 1) zwischen Rechte-Hand-Auge- und Fuß-Auge-Koordination hin.

Aufgrund der Ergebnisse der Faktorenanalysen für die 1. und 2. Teilstichprobe kann von einer stabilen 3-Faktorenlösung der einbezogenen SMT-Messkategorien gesprochen werden. Die Nebenladungen der Messkategorien „Treffer-Stick“ (Runde 16 und 17) auf Faktor 1 in beiden Teilstichproben deuten auf einen schwachen Zusammenhang zwischen Rechte-Hand-Auge- und Fuß-Auge-Koordination hin.

Die auf Grundlage der Faktorenlösungen gebildeten Faktorwerte werden in die weiteren Analysen einbezogen.

### 4.1.3 Faktorenstruktur ICT

Die Faktorenstruktur des ICT wurde mit einer orthogonalen PAF (Varimax-Rotation) zunächst anhand der 1. Teilstichprobe ermittelt, im Anschluss wurde die erzielte Faktorenlösung anhand der 2. Teilstichprobe Kreuzvalidiert.

#### 4.1.3.1 Faktorenstruktur ICT- 1.Stichprobe

In Tabelle 4-17 und Tabelle 4-18 sind Mittelwerte, Standardabweichungen und Größe der 1. Teilstichprobe der einbezogenen Messkategorien (siehe Tabelle 3-6) angegeben.

**Tabelle 4-17: ICT 1. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien Teil 1**

| MK          | M        | SD         | N   |
|-------------|----------|------------|-----|
| Kompass R19 | 22632,77 | 48122,837  | 627 |
| Kompass R20 | 28420,15 | 62616,290  | 627 |
| Kompass R21 | 15323,07 | 35369,268  | 627 |
| Kompass R22 | 15974,67 | 37992,560  | 627 |
| Kompass R23 | 13908,44 | 33751,325  | 627 |
| Kompass R24 | 15355,41 | 38007,511  | 627 |
| Kompass R25 | 26007,01 | 50341,286  | 627 |
| Kompass R26 | 25230,10 | 53995,764  | 627 |
| Kompass R27 | 14897,41 | 38588,386  | 627 |
| Kompass R28 | 41070,60 | 87967,486  | 627 |
| Kompass R29 | 41105,40 | 82376,845  | 627 |
| Kompass R30 | 37973,80 | 55423,853  | 627 |
| Kompass R31 | 27220,71 | 45438,810  | 627 |
| Kompass R32 | 15513,22 | 22272,755  | 627 |
| Kompass R33 | 15173,98 | 21340,158  | 627 |
| Kompass R34 | 15512,38 | 23308,300  | 627 |
| Kompass R35 | 18088,66 | 53264,297  | 627 |
| Kompass R36 | 26854,80 | 43012,477  | 627 |
| Kompass R37 | 28608,91 | 48858,557  | 627 |
| Kompass R38 | 15930,76 | 22276,560  | 627 |
| Kompass R39 | 41571,77 | 75390,726  | 627 |
| Kompass R40 | 48646,56 | 87995,163  | 627 |
| Höhe R19    | 39661,81 | 105382,562 | 627 |
| Höhe R20    | 79760,21 | 168977,850 | 627 |
| Höhe R21    | 34723,25 | 127047,217 | 627 |
| Höhe R22    | 38319,41 | 116875,131 | 627 |
| Höhe R23    | 70276,23 | 148657,492 | 627 |
| Höhe R24    | 83954,34 | 182199,687 | 627 |
| Höhe R25    | 72794,42 | 133582,396 | 627 |
| Höhe R26    | 81093,76 | 188231,108 | 627 |

MK= Messkategorien; M= Mittelwert; SD=Standardabweichung; N= Stichprobe

Tabelle 4-18: ICT 1. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien Teil 2

| MK           | M        | SD         | N   |
|--------------|----------|------------|-----|
| Höhe R27     | 75455,04 | 192278,937 | 627 |
| Höhe R28     | 32205,97 | 39117,001  | 627 |
| Höhe R29     | 35938,82 | 45012,238  | 627 |
| Höhe R30     | 88967,95 | 116473,475 | 627 |
| Höhe R31     | 66530,70 | 92658,718  | 627 |
| Höhe R32     | 39486,67 | 53615,431  | 627 |
| Höhe R33     | 36390,97 | 42752,754  | 627 |
| Höhe R34     | 78175,90 | 113935,542 | 627 |
| Höhe R35     | 83387,28 | 106358,902 | 627 |
| Höhe R36     | 94759,65 | 145098,590 | 627 |
| Höhe R37     | 80378,64 | 105622,405 | 627 |
| Höhe R38     | 83340,89 | 134709,778 | 627 |
| Höhe R39     | 38983,62 | 48660,259  | 627 |
| Höhe R40     | 40865,89 | 46010,696  | 627 |
| Speed R19    | 3642,41  | 3841,257   | 627 |
| Speed R20    | 4253,92  | 4014,071   | 627 |
| Speed R21    | 2975,48  | 2785,018   | 627 |
| Speed R22    | 5727,62  | 5200,858   | 627 |
| Speed R23    | 3106,79  | 3002,074   | 627 |
| Speed R24    | 2268,82  | 2573,647   | 627 |
| Speed R25    | 1859,55  | 2172,966   | 627 |
| Speed R26    | 2550,17  | 2840,044   | 627 |
| Speed R27    | 3264,88  | 2618,444   | 627 |
| Speed R28    | 2360,81  | 2229,933   | 627 |
| Speed R29    | 7132,76  | 3636,462   | 627 |
| Speed R30    | 5089,07  | 3742,909   | 627 |
| Speed R31    | 3171,18  | 2393,668   | 627 |
| Speed R32    | 4412,45  | 2931,679   | 627 |
| Speed R33    | 6789,80  | 3800,223   | 627 |
| Speed R34    | 4141,14  | 2453,750   | 627 |
| Speed R35    | 3004,36  | 2119,768   | 627 |
| Speed R36    | 2341,46  | 1933,260   | 627 |
| Speed R37    | 2934,65  | 2522,213   | 627 |
| Speed R38    | 4438,95  | 2441,668   | 627 |
| Speed R39    | 3079,28  | 1986,194   | 627 |
| Speed R40    | 9155,23  | 4065,548   | 627 |
| ICT_Aufgaben | 32,95    | 7,257      | 627 |

MK= Messkategorien; M= Mittelwert; SD=Standardabweichung; N= Stichprobe

Der KMO-Koeffizient von  $> .9$  und ein hochsignifikanter Bartlett-Test (Tabelle 4-19) indizieren gute Voraussetzungen für die Durchführung einer PAF. Die MSA-Koeffizienten von  $.707 - .976$  (auf die Darstellung der Anti-Image-Matrix wird aufgrund ihrer Größe verzichtet) deuten auf eine mittlere bis sehr gute Eignung der meisten einbezogenen Messkategorien hin, zwei Messkategorien (Höhe Runde 32:  $MSA=.658$ ; Höhe Runde 38:  $MSA=.633$ ) weisen mäßige und zwei weitere Messkategorien (Höhe Runde 40:  $MSA=.468$ ; ICT Aufgaben:  $MSA=.474$ ) weisen knapp inkompatible MSA-Koeffizienten auf. Die berechneten Residuen zwischen beobachteten und reproduzierten Korrelationen weisen 10 nicht redundante Residuen (0,02 %) mit absoluten Werten größer 0,05 auf.

Tabelle 4-19: ICT 1.Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test

|   |                           |           |
|---|---------------------------|-----------|
| Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin. |                           | ,943      |
| Bartlett-Test auf Sphärizität                       | Ungefähres Chi-Quadrat    | 30566,457 |
|   | df                        | 2211      |
|   | Signifikanz nach Bartlett | ,000      |

Aufgrund des Scree-Tests sowie des Kaiser-Guttman-Kriteriums (Eigenwert  $>1$ ) wurden 13 Faktoren extrahiert (siehe Abbildung 4-6 und Tabelle 4-20).

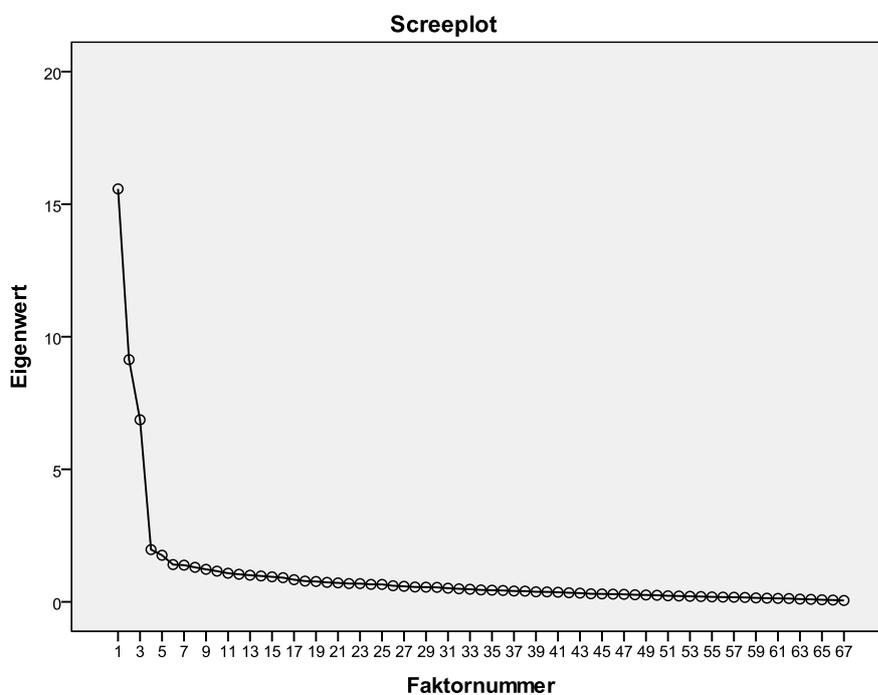


Abbildung 4-6: ICT 1.Stichprobe – Screeplot

Tabelle 4-20: ICT 1.Stichprobe - Erklärte Gesamtvarianz

| Faktor | Anfängliche Eigenwerte |               |              | Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion |               |              | Rotierte Summe der quadrierten Ladungen |               |              |
|--------|------------------------|---------------|--------------|--|---------------|--------------|---|---------------|--------------|
|        | Gesamt                 | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt   | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt                                  | % der Varianz | Kumulierte % |
|        |                        |               |              |  |               |              |   |               |              |
| 1      | 15,576                 | 23,248        | 23,248       | 15,293   | 22,825        | 22,825       | 10,999                                  | 16,416        | 16,416       |
| 2      | 9,136                  | 13,636        | 36,885       | 8,791  | 13,120        | 35,946       | 9,477                                   | 14,145        | 30,561       |
| 3      | 6,867                  | 10,249        | 47,133       | 6,569  | 9,804         | 45,750       | 8,759                                   | 13,073        | 43,634       |
| 4      | 1,971                  | 2,941         | 50,075       | 1,518  | 2,266         | 48,016       | 1,716                                   | 2,562         | 46,195       |
| 5      | 1,758                  | 2,624         | 52,699       | 1,205  | 1,798         | 49,815       | 1,444                                   | 2,155         | 48,351       |
| 6      | 1,406                  | 2,098         | 54,797       | 1,065  | 1,590         | 51,405       | 1,230                                   | 1,837         | 50,187       |
| 7      | 1,384                  | 2,066         | 56,863       | ,861   | 1,285         | 52,689       | ,911                                    | 1,360         | 51,548       |
| 8      | 1,302                  | 1,944         | 58,806       | ,751   | 1,121         | 53,811       | ,895                                    | 1,336         | 52,883       |
| 9      | 1,227                  | 1,832         | 60,638       | ,711   | 1,061         | 54,871       | ,837                                    | 1,249         | 54,133       |
| 10     | 1,159                  | 1,729         | 62,367       | ,593   | ,886          | 55,757       | ,792                                    | 1,182         | 55,315       |
| 11     | 1,080                  | 1,612         | 63,979       | ,539   | ,804          | 56,561       | ,690                                    | 1,030         | 56,344       |
| 12     | 1,040                  | 1,553         | 65,532       | ,427   | ,637          | 57,198       | ,562                                    | ,839          | 57,183       |
| 13     | 1,005                  | 1,500         | 67,032       | ,395   | ,590          | 57,788       | ,405                                    | ,605          | 57,788       |
| 14     | ,977                   | 1,458         | 68,489       |  |               |              |   |               |              |
| 15     | ,945                   | 1,410         | 69,899       |  |               |              |   |               |              |
| 16     | ,912                   | 1,361         | 71,260       |  |               |              |   |               |              |
| 17     | ,836                   | 1,247         | 72,507       |  |               |              |   |               |              |
| 18     | ,784                   | 1,169         | 73,677       |  |               |              |   |               |              |
| 19     | ,768                   | 1,147         | 74,824       |  |               |              |   |               |              |
| 20     | ,734                   | 1,096         | 75,920       |  |               |              |   |               |              |
| 21     | ,715                   | 1,067         | 76,987       |  |               |              |   |               |              |
| 22     | ,689                   | 1,029         | 78,016       |  |               |              |   |               |              |
| ..     | ..                     | ..            | ..           |  |               |              |   |               |              |
| 55     | ,187                   | ,280          | 97,817       |  |               |              |   |               |              |
| 56     | ,179                   | ,267          | 98,084       |  |               |              |   |               |              |
| 57     | ,175                   | ,261          | 98,345       |  |               |              |   |               |              |
| 58     | ,166                   | ,248          | 98,593       |  |               |              |   |               |              |
| 59     | ,149                   | ,222          | 98,815       |  |               |              |   |               |              |
| 60     | ,139                   | ,207          | 99,022       |  |               |              |   |               |              |
| 61     | ,130                   | ,194          | 99,217       |  |               |              |   |               |              |
| 62     | ,125                   | ,187          | 99,403       |  |               |              |   |               |              |
| 63     | ,105                   | ,157          | 99,560       |  |               |              |   |               |              |
| 64     | ,095                   | ,142          | 99,702       |  |               |              |   |               |              |
| 65     | ,079                   | ,117          | 99,819       |  |               |              |   |               |              |
| 66     | ,069                   | ,103          | 99,922       |  |               |              |   |               |              |
| 67     | ,052                   | ,078          | 100,000      |  |               |              |   |               |              |

Extraktionsmethode: Hauptachsen-Faktorenanalyse.

Tabelle 4-21: ICT 1.Stichprobe – Rotierte Faktorenmatrix<sup>a</sup> und Kommunalitäten

|              | Faktor |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | Kommunalitäten |            |      |
|--------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|----|-------|----------------|------------|------|
|              | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10    | 11    | 12 | 13    | Anfänglich     | Extraktion |      |
| Kompass R19  | ,578   | ,610 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,767           | ,730       |      |
| Kompass R20  | ,599   | ,516 |      |      | ,336 |      |      |      |      |       |       |    |       | ,771           | ,753       |      |
| Kompass R21  | ,802   | ,341 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,801           | ,775       |      |
| Kompass R22  | ,864   | ,358 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,903           | ,893       |      |
| Kompass R23  | ,832   | ,374 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,853           | ,846       |      |
| Kompass R24  | ,851   | ,355 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,880           | ,870       |      |
| Kompass R25  | ,557   | ,606 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,756           | ,727       |      |
| Kompass R26  | ,645   | ,535 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,778           | ,760       |      |
| Kompass R27  | ,833   | ,434 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,905           | ,901       |      |
| Kompass R28  |        | ,767 |      |      | ,351 |      |      |      |      |       |       |    |       | ,764           | ,764       |      |
| Kompass R29  |        | ,838 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,762           | ,764       |      |
| Kompass R30  |        | ,606 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,445           | ,439       |      |
| Kompass R31  |        | ,805 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,800           | ,771       |      |
| Kompass R32  |        | ,720 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,620           | ,556       |      |
| Kompass R33  |        | ,597 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,511           | ,444       |      |
| Kompass R34  |        | ,707 |      |      | ,337 |      |      |      |      |       |       |    |       | ,688           | ,655       |      |
| Kompass R35  |        | ,402 |      |      | ,846 |      |      |      |      |       |       |    |       | ,731           | ,896       |      |
| Kompass R36  |        | ,817 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,734           | ,715       |      |
| Kompass R37  |        | ,822 |      |      | ,297 |      |      |      |      |       |       |    |       | ,808           | ,811       |      |
| Kompass R38  |        | ,761 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,634           | ,617       |      |
| Kompass R39  |        | ,861 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,790           | ,783       |      |
| Kompass R40  |        | ,827 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,708           | ,723       |      |
| Höhe R19     | ,963   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,934           | ,939       |      |
| Höhe R20     | ,755   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,614           | ,596       |      |
| Höhe R21     | ,939   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,898           | ,903       |      |
| Höhe R22     | ,925   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,881           | ,870       |      |
| Höhe R23     | ,610   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,426           | ,383       |      |
| Höhe R24     | ,779   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,670           | ,654       |      |
| Höhe R25     | ,675   |      |      |      |      |      |      |      |      | -,236 | ,313  |    |       | ,615           | ,670       |      |
| Höhe R26     | ,762   |      |      |      |      |      | ,265 |      |      |       |       |    |       | ,679           | ,696       |      |
| Höhe R27     | ,742   |      |      |      |      |      | ,208 |      |      |       |       |    |       | ,629           | ,625       |      |
| Höhe R28     |        |      |      |      |      | ,327 |      | ,321 |      |       |       |    |       | ,303           | ,313       |      |
| Höhe R29     | ,227   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,130           | ,083       |      |
| Höhe R30     |        |      |      |      |      |      |      |      | ,311 |       |       |    | -,254 | ,216           | ,214       | ,270 |
| Höhe R31     |        |      | ,222 |      |      | ,201 |      |      | ,310 |       |       |    |       | ,315           | ,315       |      |
| Höhe R32     |        |      |      |      |      |      |      | ,422 |      |       |       |    |       | ,189           | ,206       |      |
| Höhe R33     |        |      |      |      |      |      |      |      | ,295 |       |       |    |       | ,143           | ,119       |      |
| Höhe R34     |        |      |      |      |      |      |      |      | ,358 |       |       |    |       | ,148           | ,150       |      |
| Höhe R35     |        | ,204 |      |      | ,404 |      |      |      | ,206 |       |       |    |       | ,371           | ,306       |      |
| Höhe R36     |        |      | ,331 |      |      |      |      |      | ,206 |       | ,384  |    |       | ,345           | ,345       |      |
| Höhe R37     |        |      |      |      |      |      | ,407 |      |      |       |       |    |       | ,209           | ,215       |      |
| Höhe R38     |        |      |      |      |      |      | ,631 |      |      |       |       |    |       | ,286           | ,433       |      |
| Höhe R39     |        |      |      |      |      |      |      | ,591 |      |       |       |    |       | ,291           | ,416       |      |
| Höhe R40     |        |      |      |      |      |      |      |      | ,242 |       |       |    |       | ,112           | ,092       |      |
| Speed R19    |        |      | ,375 | ,603 |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,544           | ,543       |      |
| Speed R20    |        |      | ,447 | ,351 |      |      |      |      |      | ,247  |       |    |       | ,396           | ,410       |      |
| Speed R21    |        |      | ,525 | ,656 |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,683           | ,737       |      |
| Speed R22    |        |      | ,475 |      |      |      |      |      |      | ,328  |       |    |       | ,411           | ,443       |      |
| Speed R23    |        |      | ,618 | ,455 |      | ,332 |      |      |      |       | ,247  |    |       | ,762           | ,812       |      |
| Speed R24    |        |      | ,646 |      |      |      |      |      |      | ,408  |       |    |       | ,678           | ,712       |      |
| Speed R25    |        |      | ,561 | ,455 |      | ,309 |      |      |      |       |       |    |       | ,703           | ,713       |      |
| Speed R26    |        |      | ,723 |      |      |      |      |      |      |       |       |    | -,222 | -,254          | ,660       | ,723 |
| Speed R27    |        |      | ,628 | ,201 |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,568           | ,535       |      |
| Speed R28    |        |      | ,720 |      |      |      |      |      |      | ,202  |       |    |       | ,617           | ,591       |      |
| Speed R29    |        |      | ,580 |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,427           | ,432       |      |
| Speed R30    |        |      | ,525 | ,280 |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,492           | ,538       |      |
| Speed R31    |        |      | ,698 |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,573           | ,543       |      |
| Speed R32    |        |      | ,691 | ,204 |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,617           | ,623       |      |
| Speed R33    |        |      | ,616 |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,458           | ,471       |      |
| Speed R34    |        |      | ,647 |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,500           | ,465       |      |
| Speed R35    |        |      | ,646 |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,516           | ,480       |      |
| Speed R36    |        |      | ,542 |      |      | ,668 |      |      |      |       |       |    |       | ,679           | ,778       |      |
| Speed R37    |        |      | ,785 |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,696           | ,702       |      |
| Speed R38    |        |      | ,609 |      |      | ,319 |      |      |      |       |       |    |       | ,587           | ,615       |      |
| Speed R39    |        |      | ,711 |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,538           | ,582       |      |
| Speed R40    |        |      | ,571 |      |      |      |      |      |      |       | -,239 |    | ,212  | ,407           | ,451       |      |
| ICT_Aufgaben |        |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |    |       | ,090           | ,026       |      |

Extraktionsmethode: PAF. Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.a. Die Rotation ist in 10 Iterationen konvergiert.

Nach der Varimax-Rotation der Extraktion ergeben sich 13 Faktoren. Der erste extrahierte Faktor erklärt demnach 16,42%, der zweite Faktor 14,15%, der dritte Faktor 13,07% und die übrigen zehn Faktoren 14,15% der Varianz der einbezogenen Messkategorien. Aufgrund der orthogonalen Rotation können die Varianzen der einzelnen Faktoren zu einer erklärten Gesamtvarianz von 57,89% addiert werden (siehe Tabelle 4-20). Die Messkategorien weisen sehr niedrige bis sehr hohe Ladungen auf den extrahierten Faktoren auf. Die aufgeklärte Varianz (Kommunalität) der Messkategorien durch die extrahierten Faktoren ist hoch bis sehr niedrig (siehe Tabelle 4-21). Die Faktorenlösung der 1. Teilstichprobe zeigt eine unbefriedigende Varianzaufklärung. Die Anzahl der schwachen extrahierten Faktoren sowie die Haupt- und Nebenladungsmuster weisen auf eine fehlende faktorielle Konsistenz hin und legen eine Überarbeitung des ICT nahe.

#### 4.1.3.2 Faktorenstruktur ICT- 2.Stichprobe

In Tabelle 4-22 und Tabelle 4-23 sind Mittelwerte, Standardabweichungen und Größe der 2. Teilstichprobe der einbezogenen Messkategorien angegeben.

**Tabelle 4-22: ICT 2.Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien Teil 1**

| MK          | M        | SD         | N   |
|-------------|----------|------------|-----|
| Kompass R19 | 19650,02 | 39176,341  | 622 |
| Kompass R20 | 23265,95 | 38300,001  | 622 |
| Kompass R21 | 13431,98 | 21582,886  | 622 |
| Kompass R22 | 12530,02 | 17872,901  | 622 |
| Kompass R23 | 12244,28 | 18211,796  | 622 |
| Kompass R24 | 12915,25 | 20348,128  | 622 |
| Kompass R25 | 21667,78 | 39849,492  | 622 |
| Kompass R26 | 21526,34 | 36884,264  | 622 |
| Kompass R27 | 12691,54 | 20818,682  | 622 |
| Kompass R28 | 34012,79 | 68018,629  | 622 |
| Kompass R29 | 35730,65 | 70373,960  | 622 |
| Kompass R30 | 33936,54 | 46938,102  | 622 |
| Kompass R31 | 21477,92 | 30233,396  | 622 |
| Kompass R32 | 14113,68 | 19711,381  | 622 |
| Kompass R33 | 13530,72 | 19889,391  | 622 |
| Kompass R34 | 13460,98 | 17766,811  | 622 |
| Kompass R35 | 14482,36 | 18386,553  | 622 |
| Kompass R36 | 24560,68 | 36825,782  | 622 |
| Kompass R37 | 22011,06 | 33437,837  | 622 |
| Kompass R38 | 13702,80 | 18106,871  | 622 |
| Kompass R39 | 35729,58 | 58289,623  | 622 |
| Kompass R40 | 40359,10 | 68579,454  | 622 |
| Höhe R19    | 41688,14 | 113594,472 | 622 |
| Höhe R20    | 69411,31 | 155648,784 | 622 |
| Höhe R21    | 37491,21 | 130843,911 | 622 |
| Höhe R22    | 36316,05 | 115215,317 | 622 |
| Höhe R23    | 73269,19 | 163077,312 | 622 |
| Höhe R24    | 78027,81 | 172958,270 | 622 |
| Höhe R25    | 85821,53 | 182980,225 | 622 |
| Höhe R26    | 71503,93 | 166418,614 | 622 |
| Höhe R27    | 62086,39 | 160611,212 | 622 |
| Höhe R28    | 29888,19 | 29975,462  | 622 |

MK= Messkategorien; M= Mittelwert; SD=Standardabweichung; N= Stichprobe

Tabelle 4-23: ICT 2.Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien Teil 2

| MK           | M        | SD         | N   |
|--------------|----------|------------|-----|
| Höhe R29     | 34024,83 | 39271,380  | 622 |
| Höhe R30     | 82056,18 | 90235,481  | 622 |
| Höhe R31     | 64607,09 | 86464,878  | 622 |
| Höhe R32     | 33334,83 | 38721,705  | 622 |
| Höhe R33     | 35601,04 | 34987,443  | 622 |
| Höhe R34     | 83511,58 | 125395,923 | 622 |
| Höhe R35     | 82762,23 | 100229,272 | 622 |
| Höhe R36     | 84400,30 | 114869,893 | 622 |
| Höhe R37     | 79797,44 | 98830,558  | 622 |
| Höhe R38     | 72989,79 | 77618,647  | 622 |
| Höhe R39     | 37012,46 | 37038,210  | 622 |
| Höhe R40     | 42205,58 | 52202,586  | 622 |
| Speed R19    | 3545,36  | 3302,311   | 622 |
| Speed R20    | 4674,90  | 4618,727   | 622 |
| Speed R21    | 2995,24  | 2812,082   | 622 |
| Speed R22    | 5736,53  | 4996,664   | 622 |
| Speed R23    | 3275,53  | 3242,705   | 622 |
| Speed R24    | 2372,17  | 2701,571   | 622 |
| Speed R25    | 1996,82  | 2906,377   | 622 |
| Speed R26    | 2749,50  | 2955,615   | 622 |
| Speed R27    | 3334,44  | 3010,732   | 622 |
| Speed R28    | 2292,58  | 2095,748   | 622 |
| Speed R29    | 7318,46  | 3711,072   | 622 |
| Speed R30    | 5229,25  | 4803,479   | 622 |
| Speed R31    | 3275,68  | 2710,039   | 622 |
| Speed R32    | 4570,36  | 3399,888   | 622 |
| Speed R33    | 7005,87  | 4197,751   | 622 |
| Speed R34    | 4326,84  | 2793,295   | 622 |
| Speed R35    | 2938,69  | 2094,161   | 622 |
| Speed R36    | 2455,26  | 2656,482   | 622 |
| Speed R37    | 2967,53  | 2392,694   | 622 |
| Speed R38    | 4508,16  | 2711,252   | 622 |
| Speed R39    | 3056,07  | 2080,446   | 622 |
| Speed R40    | 9245,57  | 4066,355   | 622 |
| ICT_Aufgaben | 33,17    | 7,561      | 622 |

MK= Messkategorien; M= Mittelwert; SD=Standardabweichung; N= Stichprobe

Tabelle 4-24: ICT 2. Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test

|   |                           |           |
|---|---------------------------|-----------|
| Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin. |                           | ,928      |
| Bartlett-Test auf Sphärizität                       | Ungefähres Chi-Quadrat    | 24693,494 |
|   | df                        | 2211      |
|   | Signifikanz nach Bartlett | ,000      |

Der KMO-Koeffizient von  $> .9$  und ein hochsignifikanter Bartlett-Test (Tabelle 4-24) indizieren gute Voraussetzungen für die Durchführung einer PAF. Die MSA-Koeffizienten von  $.701 - .966$  (auf die Darstellung der Anti-Image-Matrix wird aufgrund ihrer Größe verzichtet) deuten auf eine mittlere bis sehr gute Eignung der meisten einbezogenen Messkategorien hin, drei Messkategorien (Höhe Runde 34: MSA=.657; Höhe Runde 36: MSA=.601; Höhe Runde 40: MSA=.514) weisen mäßige und eine weitere Messkategorie (ICT Aufgaben: MSA=.372) weist einen inkompatiblen MSA-Koeffizienten auf. Die berechneten Residuen zwischen beobachteten und reproduzierten Korrelationen weisen 27 nicht redundante Residuen (1 %) mit absoluten Werten größer 0,05 auf.

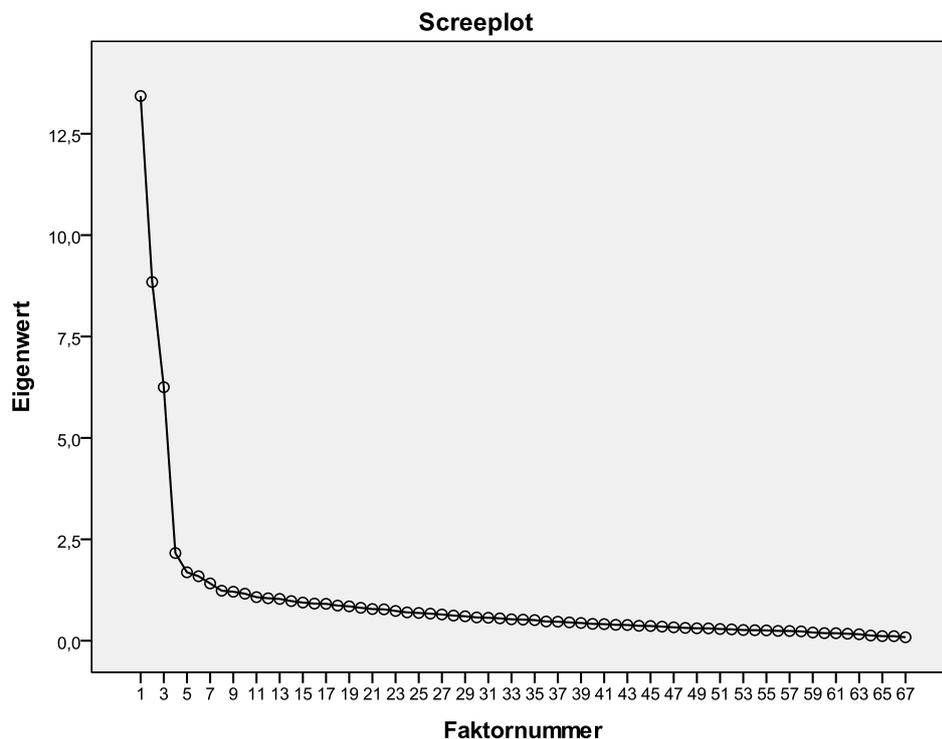


Abbildung 4-7: ICT 2. Stichprobe - Screeplot

Aufgrund des Scree-Tests sowie des Kaiser-Guttman-Kriteriums wurden 13 Faktoren extrahiert (siehe Abbildung 4-7 und Tabelle 4-25).

Tabelle 4-25: ICT 2. Stichprobe – Erklärte Gesamtvarianz

| Faktor | Anfängliche Eigenwerte |         |              | Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion |           |              | Rotierte Summe der quadrierten Ladungen |         |              |
|--------|------------------------|---------|--------------|--|-----------|--------------|---|---------|--------------|
|        | Gesamt                 | % der   | Kumulierte % | Gesamt   | % der Va- | Kumulierte % | Gesamt                                  | % der   | Kumulierte % |
|        |                        | Varianz |              |  | rianz     |              |   | Varianz |              |
| 1      | 13,430                 | 20,045  | 20,045       | 13,021   | 19,435    | 19,435       | 11,050                                  | 16,493  | 16,493       |
| 2      | 8,844                  | 13,200  | 33,245       | 8,464  | 12,633    | 32,068       | 7,772                                   | 11,600  | 28,093       |
| 3      | 6,251                  | 9,329   | 42,574       | 6,001  | 8,956     | 41,024       | 6,199                                   | 9,252   | 37,345       |
| 4      | 2,161                  | 3,226   | 45,800       | 1,604  | 2,394     | 43,418       | 3,187                                   | 4,756   | 42,102       |
| 5      | 1,686                  | 2,517   | 48,317       | 1,270  | 1,896     | 45,314       | 1,280                                   | 1,910   | 44,012       |
| 6      | 1,589                  | 2,372   | 50,689       | 1,075  | 1,604     | 46,918       | 1,008                                   | 1,505   | 45,516       |
| 7      | 1,412                  | 2,108   | 52,796       | ,828   | 1,236     | 48,154       | ,938                                    | 1,400   | 46,917       |
| 8      | 1,233                  | 1,840   | 54,636       | ,758   | 1,131     | 49,286       | ,900                                    | 1,343   | 48,260       |
| 9      | 1,207                  | 1,802   | 56,438       | ,599   | ,894      | 50,180       | ,823                                    | 1,228   | 49,488       |
| 10     | 1,159                  | 1,730   | 58,168       | ,575   | ,858      | 51,038       | ,708                                    | 1,056   | 50,544       |
| 11     | 1,074                  | 1,603   | 59,770       | ,548   | ,818      | 51,856       | ,625                                    | ,933    | 51,476       |
| 12     | 1,046                  | 1,561   | 61,331       | ,499   | ,745      | 52,601       | ,620                                    | ,925    | 52,402       |
| 13     | 1,030                  | 1,537   | 62,868       | ,452   | ,675      | 53,277       | ,586                                    | ,875    | 53,277       |
| 14     | ,977                   | 1,458   | 64,326       |  |           |              |   |         |              |
| 15     | ,941                   | 1,404   | 65,730       |  |           |              |   |         |              |
| 16     | ,914                   | 1,365   | 67,095       |  |           |              |   |         |              |
| 17     | ,909                   | 1,357   | 68,452       |  |           |              |   |         |              |
| 18     | ,866                   | 1,292   | 69,744       |  |           |              |   |         |              |
| 19     | ,847                   | 1,264   | 71,008       |  |           |              |   |         |              |
| 20     | ,811                   | 1,210   | 72,218       |  |           |              |   |         |              |
| 21     | ,781                   | 1,165   | 73,383       |  |           |              |   |         |              |
| ..     | ..                     | ..      | ..           |  |           |              |   |         |              |
| 58     | ,230                   | ,343    | 97,996       |  |           |              |   |         |              |
| 59     | ,202                   | ,302    | 98,298       |  |           |              |   |         |              |
| 60     | ,187                   | ,279    | 98,576       |  |           |              |   |         |              |
| 61     | ,185                   | ,276    | 98,853       |  |           |              |   |         |              |
| 62     | ,171                   | ,256    | 99,108       |  |           |              |   |         |              |
| 63     | ,159                   | ,237    | 99,345       |  |           |              |   |         |              |
| 64     | ,128                   | ,191    | 99,537       |  |           |              |   |         |              |
| 65     | ,113                   | ,169    | 99,706       |  |           |              |   |         |              |
| 66     | ,112                   | ,167    | 99,873       |  |           |              |   |         |              |
| 67     | ,085                   | ,127    | 100,000      |  |           |              |   |         |              |

Extraktionsmethode: Hauptachsen-Faktorenanalyse.

Tabelle 4-26: ICT 2. Stichprobe – Rotierte Faktorenmatrix<sup>a</sup>- und Kommunalitäten

|              | Faktor |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | Kommunalitäten |            |
|--------------|--------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|----------------|------------|
|              | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     | 9    | 10   | 11   | 12   | 13    | Anfänglich     | Extraktion |
| Kompass R19  | ,678   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,568           | ,540       |
| Kompass R20  | ,527   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      | ,405 |       | ,486           | ,491       |
| Kompass R21  | ,633   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      | ,293 |       | ,531           | ,536       |
| Kompass R22  | ,641   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      | ,228 |       | ,575           | ,555       |
| Kompass R23  | ,734   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,646           | ,641       |
| Kompass R24  | ,721   |      |      |      |      |      |      | ,210  |      |      |      | ,228 |       | ,645           | ,660       |
| Kompass R25  | ,737   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,648           | ,633       |
| Kompass R26  | ,807   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,693           | ,705       |
| Kompass R27  | ,688   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,590           | ,522       |
| Kompass R28  | ,766   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,657           | ,605       |
| Kompass R29  | ,724   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      | -,203 | ,644           | ,621       |
| Kompass R30  | ,532   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,385           | ,310       |
| Kompass R31  | ,714   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,649           | ,587       |
| Kompass R32  | ,622   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,494           | ,447       |
| Kompass R33  | ,643   |      |      |      | ,265 |      |      |       | ,450 |      |      |      |       | ,656           | ,743       |
| Kompass R34  | ,654   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,484           | ,462       |
| Kompass R35  | ,648   |      |      |      |      |      |      |       | ,266 |      |      |      |       | ,545           | ,540       |
| Kompass R36  | ,754   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,626           | ,606       |
| Kompass R37  | ,741   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      | ,227  | ,652           | ,648       |
| Kompass R38  | ,715   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,615           | ,647       |
| Kompass R39  | ,780   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,709           | ,706       |
| Kompass R40  | ,677   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,531           | ,496       |
| Höhe R19     |        |      | ,910 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,828           | ,841       |
| Höhe R20     |        |      | ,835 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,734           | ,724       |
| Höhe R21     |        |      | ,927 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,871           | ,879       |
| Höhe R22     |        |      | ,935 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,879           | ,890       |
| Höhe R23     |        |      | ,554 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,391           | ,334       |
| Höhe R24     |        |      | ,805 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,722           | ,690       |
| Höhe R25     |        |      | ,518 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,376           | ,354       |
| Höhe R26     |        |      | ,849 |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,753           | ,758       |
| Höhe R27     |        |      | ,875 |      | ,247 |      |      |       |      |      |      |      |       | ,842           | ,847       |
| Höhe R28     |        |      |      |      | ,465 |      |      |       |      |      |      |      |       | ,276           | ,285       |
| Höhe R29     |        |      |      |      |      |      | ,378 |       |      |      |      |      |       | ,177           | ,205       |
| Höhe R30     | ,225   |      |      |      | ,425 |      |      |       |      |      |      |      |       | ,320           | ,311       |
| Höhe R31     |        |      |      |      |      |      |      |       | ,509 |      |      |      |       | ,271           | ,365       |
| Höhe R32     |        |      |      |      |      |      |      |       | ,275 |      |      |      |       | ,268           | ,189       |
| Höhe R33     |        |      |      |      |      |      | ,263 |       |      |      | ,256 |      |       | ,204           | ,215       |
| Höhe R34     |        |      |      |      |      |      | ,366 |       |      |      |      |      |       | ,196           | ,200       |
| Höhe R35     |        |      |      |      | ,462 |      |      |       |      |      | ,224 |      |       | ,300           | ,307       |
| Höhe R36     |        |      |      |      |      |      | ,568 |       |      |      |      |      |       | ,268           | ,369       |
| Höhe R37     |        |      |      |      | ,300 |      |      |       |      |      |      |      |       | ,177           | ,137       |
| Höhe R38     | ,390   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,253           | ,214       |
| Höhe R39     |        |      |      |      | ,206 |      |      |       |      |      | ,368 |      |       | ,199           | ,224       |
| Höhe R40     |        |      |      |      |      |      |      |       |      |      | ,304 |      |       | ,159           | ,127       |
| Speed R19    |        | ,385 |      | ,591 |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,516           | ,515       |
| Speed R20    |        | ,387 |      | ,349 |      |      |      | ,222  |      |      |      |      |       | ,416           | ,338       |
| Speed R21    |        | ,471 |      | ,725 |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,759           | ,775       |
| Speed R22    |        | ,526 |      |      |      |      |      | ,421  |      |      |      |      |       | ,522           | ,568       |
| Speed R23    |        | ,499 |      | ,737 |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,803           | ,815       |
| Speed R24    |        | ,560 |      | ,417 |      |      |      | ,354  |      |      |      |      |       | ,634           | ,651       |
| Speed R25    |        | ,433 |      | ,683 |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,677           | ,667       |
| Speed R26    |        | ,640 |      | ,276 |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,590           | ,578       |
| Speed R27    |        | ,537 |      | ,676 |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,764           | ,773       |
| Speed R28    |        | ,736 |      | ,201 |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,641           | ,636       |
| Speed R29    |        | ,562 |      | ,218 |      |      |      |       |      | ,280 |      |      |       | ,505           | ,540       |
| Speed R30    |        | ,535 |      | ,292 |      | ,251 |      | -,282 |      |      |      |      |       | ,588           | ,583       |
| Speed R31    |        | ,701 |      |      |      | ,219 |      |       |      |      |      |      |       | ,618           | ,639       |
| Speed R32    |        | ,628 |      | ,307 |      | ,303 |      | -,242 |      |      |      |      |       | ,707           | ,703       |
| Speed R33    |        | ,598 |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,468           | ,477       |
| Speed R34    |        | ,634 |      |      |      |      |      | -,363 |      |      |      |      |       | ,596           | ,632       |
| Speed R35    |        | ,694 |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,542           | ,560       |
| Speed R36    |        | ,482 |      | ,203 |      | ,698 |      |       |      |      |      |      |       | ,656           | ,785       |
| Speed R37    |        | ,775 |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,631           | ,654       |
| Speed R38    |        | ,658 |      | ,202 |      | ,267 |      |       |      |      |      |      |       | ,624           | ,614       |
| Speed R39    |        | ,704 |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,544           | ,561       |
| Speed R40    |        | ,588 |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,434           | ,425       |
| ICT_Aufgaben |        |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       | ,110           | ,036       |

Extraktionsmethode: PAF. Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung. a. Die Rotation ist in 10 Iterationen konvergiert.

Nach der Varimax-Rotation der Extraktion ergeben sich 13 Faktoren. Der erste extrahierte Faktor erklärt demnach 16,50%, der zweite Faktor 11,06%, der dritte Faktor 9,25% und die übrigen zehn Faktoren 15,93% der Varianz der einbezogenen Messkategorien. Aufgrund der orthogonalen Rotation können die Varianzen der einzelnen Faktoren zu einer erklärten Gesamtvarianz von 53,27% addiert werden (siehe Tabelle 4-25). Die Messkategorien weisen sehr niedrige bis sehr hohe Ladungen auf den extrahierten Faktoren auf. Die aufgeklärte Varianz (Kommunalität) der Messkategorien durch die extrahierten Faktoren ist sehr niedrig bis hoch (siehe Tabelle 4-26). Die Faktorenlösung der 2. Teilstichprobe zeigt eine unbefriedigende Varianzaufklärung. Die Anzahl der schwachen extrahierten Faktoren sowie die Haupt- und Nebenladungsmuster weisen auf eine fehlende Konsistenz hin und legen eine Überarbeitung des ICT nahe.

Angesichts der Ergebnisse der Faktorenanalysen für die 1. und 2. Teilstichprobe muss von einer instabilen Faktorenlösung der einbezogenen ICT-Messkategorien gesprochen werden, da sich die Haupt- und Nebenladungsmuster aus der 1. Teilstichprobe anhand der 2. Teilstichprobe nicht replizieren lassen (siehe Tabelle 4-21 und Tabelle 4-26). Aufgrund dieser Ergebnisse wird der ICT aus den weiteren Analysen ausgeschlossen.

#### 4.1.4 Faktorenstruktur ICA 90 II

Die Faktorenstruktur des ICA 90 II wurde mit einer orthogonalen PAF (Varimax-Rotation) zunächst anhand der 1. Teilstichprobe ermittelt, im Anschluss wurde die erzielte Faktorenlösung anhand der 2. Teilstichprobe kreuzvalidiert. In die Analysen wurden die Messkategorien des PMT, SMT, INFAT-INCOM und INFAT-CALC einbezogen (siehe Tabelle 3-4, Tabelle 3-5, Tabelle 3-7).

##### 4.1.4.1 Faktorenstruktur ICA 90 II - 1.Stichprobe

In Tabelle 4-27 sind Mittelwerte, Standardabweichungen und Größe der 1. Teilstichprobe der einbezogenen Messkategorien angegeben.

**Tabelle 4-27: ICA 90 II 1. Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien**

| MK                            | M        | SD       | Analyse N |
|-------------------------------|----------|----------|-----------|
| INCOM                         | 28,50    | 5,99     | 657       |
| CALC Teil1                    | 12,79    | 6,59     | 657       |
| CALC Teil2                    | 7,60     | 2,86     | 657       |
| PMT Treffer Modul A           | 18,79    | 18,04    | 657       |
| PMT Treffer Modul B           | 30,61    | 22,09    | 657       |
| PMT Treffer Modul C           | 35,92    | 22,72    | 657       |
| PMT Zeit bis 1. Treffer       | 436,57   | 136,05   | 657       |
| PMT Abweichung bis 1. Treffer | 39326,91 | 24723,54 | 657       |
| SMT R15 Treffer Stick         | 21,76    | 6,75     | 657       |
| SMT R16 Treffer Stick         | 22,44    | 6,79     | 657       |
| SMT R17 Treffer Stick         | 22,76    | 6,52     | 657       |
| SMT R15 Treffer Ruder         | 12,82    | 4,86     | 657       |
| SMT R16 Treffer Ruder         | 14,59    | 5,29     | 657       |
| SMT R17 Treffer Ruder         | 15,52    | 5,70     | 657       |
| SMT R15 Treffer Speed         | 26,28    | 7,04     | 657       |
| SMT R16 Treffer Speed         | 27,37    | 7,64     | 657       |
| SMT R17 Treffer Speed         | 27,90    | 7,60     | 657       |
| SMT R15 Treffer Stick-Speed   | 16,43    | 8,79     | 657       |
| SMT R16 Treffer Stick-Speed   | 17,61    | 9,35     | 657       |
| SMT R17 Treffer Stick-Speed   | 18,28    | 9,22     | 657       |
| SMT R15 Treffer Stick-Ruder   | 7,55     | 4,96     | 657       |
| SMT R16 Treffer Stick-Ruder   | 8,85     | 5,71     | 657       |
| SMT R17 Treffer Stick-Ruder   | 9,66     | 6,32     | 657       |
| SMT R15 Treffer Ruder-Speed   | 9,26     | 5,22     | 657       |
| SMT R16 Treffer Ruder-Speed   | 11,00    | 6,21     | 657       |
| SMT R17 Treffer Ruder-Speed   | 11,84    | 6,56     | 657       |
| SMT R15 3-fach Treffer        | 3,28     | 3,37     | 657       |
| SMT R16 3-fach Treffer        | 3,89     | 4,08     | 657       |
| SMT R17 3-fach Treffer        | 4,34     | 4,29     | 657       |

MK= Messkategorien; M= Mittelwert; SD=Standardabweichung; N= Stichprobe

Der KMO-Koeffizient von  $> .8$  und ein hochsignifikanter Bartlett-Test (Tabelle 4-28) sowie MSA-Koeffizienten von  $.674 - .937$  (auf die Darstellung der Anti-Image-Matrix wird aufgrund ihrer Größe verzichtet) indizieren gute Voraussetzungen für die Durchführung einer PAF. Die berechneten Residuen zwischen beobachteten und reproduzierten Korrelationen weisen 34 nicht redundante Residuen (8%) mit absoluten Werten größer 0,05 auf.

Tabelle 4-28: ICA 90 II 1.Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test

|   |                           |           |
|---|---------------------------|-----------|
| Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin. |                           | ,873      |
| Bartlett-Test auf Sphärizität                       | Ungefähres Chi-Quadrat    | 28535,357 |
|   | df                        | 406       |
|   | Signifikanz nach Bartlett | ,000      |

Aufgrund des Scree-Tests sowie des Kaiser-Guttman-Kriteriums (Eigenwert  $>1$ ) wurden fünf Faktoren extrahiert (siehe Abbildung 4-8 und Tabelle 4-29).

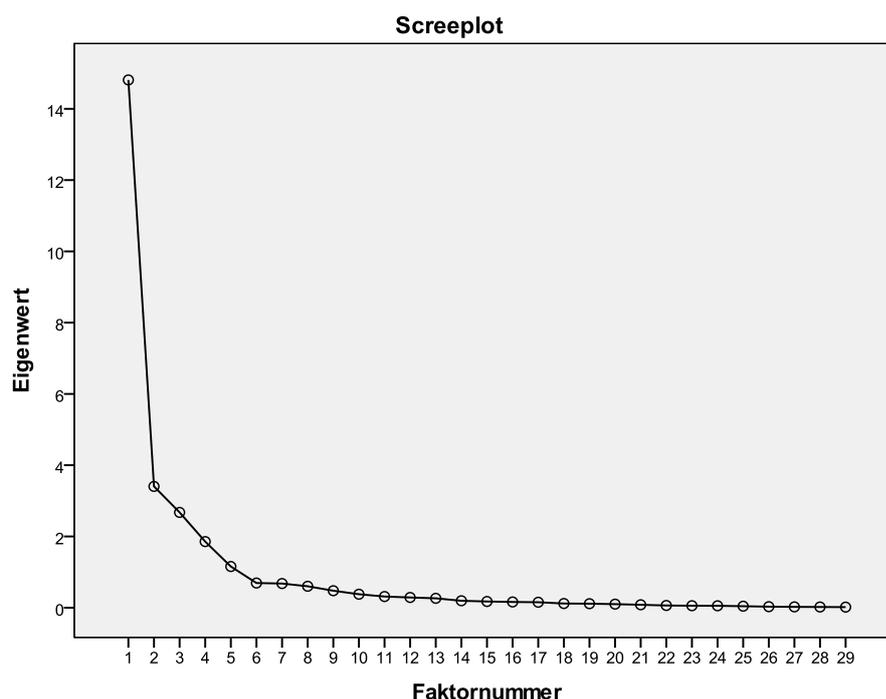


Abbildung 4-8: ICA 90 II 1.Stichprobe - Screeplot

Tabelle 4-29: ICA 90 II 1.Stichprobe - Erklärte Gesamtvarianz

| Faktor | Anfängliche Eigenwerte |               |              | Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion |               |              | Rotierte Summe der quadrierten Ladungen |               |              |
|--------|------------------------|---------------|--------------|--|---------------|--------------|---|---------------|--------------|
|        | Gesamt                 | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt   | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt                                  | % der Varianz | Kumulierte % |
|        |                        |               |              |  |               |              |   |               |              |
| 1      | 14,810                 | 51,070        | 51,070       | 14,626   | 50,434        | 50,434       | 6,360                                   | 21,930        | 21,930       |
| 2      | 3,404                  | 11,739        | 62,810       | 3,225  | 11,120        | 61,554       | 5,269                                   | 18,170        | 40,100       |
| 3      | 2,675                  | 9,224         | 72,033       | 2,524  | 8,704         | 70,258       | 5,132                                   | 17,695        | 57,796       |
| 4      | 1,856                  | 6,400         | 78,433       | 1,451  | 5,003         | 75,261       | 4,444                                   | 15,325        | 73,120       |
| 5      | 1,157                  | 3,988         | 82,421       | ,997   | 3,439         | 78,699       | 1,618                                   | 5,579         | 78,699       |
| 6      | ,693                   | 2,389         | 84,810       |  |               |              |   |               |              |
| 7      | ,679                   | 2,340         | 87,149       |  |               |              |   |               |              |
| 8      | ,602                   | 2,075         | 89,225       |  |               |              |   |               |              |
| 9      | ,477                   | 1,645         | 90,870       |  |               |              |   |               |              |
| 10     | ,378                   | 1,305         | 92,174       |  |               |              |   |               |              |
| 11     | ,314                   | 1,083         | 93,257       |  |               |              |   |               |              |
| 12     | ,287                   | ,991          | 94,248       |  |               |              |   |               |              |
| 13     | ,264                   | ,910          | 95,158       |  |               |              |   |               |              |
| 14     | ,195                   | ,672          | 95,830       |  |               |              |   |               |              |
| 15     | ,175                   | ,603          | 96,433       |  |               |              |   |               |              |
| 16     | ,161                   | ,556          | 96,989       |  |               |              |   |               |              |
| 17     | ,154                   | ,530          | 97,519       |  |               |              |   |               |              |
| 18     | ,118                   | ,407          | 97,926       |  |               |              |   |               |              |
| 19     | ,113                   | ,390          | 98,316       |  |               |              |   |               |              |
| 20     | ,100                   | ,346          | 98,662       |  |               |              |   |               |              |
| 21     | ,083                   | ,285          | 98,947       |  |               |              |   |               |              |
| 22     | ,063                   | ,216          | 99,163       |  |               |              |   |               |              |
| 23     | ,056                   | ,194          | 99,356       |  |               |              |   |               |              |
| 24     | ,054                   | ,186          | 99,542       |  |               |              |   |               |              |
| 25     | ,042                   | ,147          | 99,689       |  |               |              |   |               |              |
| 26     | ,029                   | ,101          | 99,790       |  |               |              |   |               |              |
| 27     | ,024                   | ,081          | 99,872       |  |               |              |   |               |              |
| 28     | ,020                   | ,070          | 99,941       |  |               |              |   |               |              |
| 29     | ,017                   | ,059          | 100,000      |  |               |              |   |               |              |

Extraktionsmethode: PAF.

Nach der Varimax-Rotation der Extraktion ergeben sich fünf Faktoren. Der erste extrahierte Faktor erklärt demnach 21,93%, der zweite Faktor 18,17% der dritte Faktor 17,69% der vierte Faktor 15,33% und der fünfte Faktor 5,58% der Varianz der einbezogenen Messkategorien. Aufgrund der orthogonalen Rotation können die Varianzen der einzelnen Faktoren zu einer erklärten Gesamtvarianz von 78,70% addiert werden (siehe Tabelle 4-7).

Die Messkategorien weisen mittlere, hohe und sehr hohe Ladungen auf den extrahierten Faktoren auf. Die aufgeklärte Varianz (Kommunalität) der Messkategorien durch die extrahierten Faktoren ist hoch bis angemessen (siehe Tabelle 4-30).

Tabelle 4-30: ICA90 II 1.Stichprobe – Rotierte Faktorenmatrix<sup>a</sup> und Kommunalitäten

|                               | Faktor |       |      |      |      | Anfänglich | Extraktion |
|-------------------------------|--------|-------|------|------|------|------------|------------|
|                               | 1      | 2     | 3    | 4    | 5    |            |            |
| INCOM                         |        |       |      |      | ,503 | ,305       | ,333       |
| CALCULATION Teil1             |        |       |      |      | ,801 | ,447       | ,651       |
| CALCULATION Teil2             |        |       |      |      | ,766 | ,435       | ,595       |
| PMT Treffer Modul A           |        | ,900  |      |      |      | ,967       | ,939       |
| PMT Treffer Modul B           |        | ,893  |      |      |      | ,963       | ,953       |
| PMT Treffer Modul C           |        | ,874  |      |      |      | ,945       | ,925       |
| PMT Zeit bis 1. Treffer       |        | -,904 |      |      |      | ,959       | ,950       |
| PMT Abweichung bis 1. Treffer |        | -,701 |      |      |      | ,714       | ,633       |
| SMT R15 Treffer Stick         |        | ,449  |      | ,750 |      | ,925       | ,875       |
| SMT R16 Treffer Stick         | ,302   | ,415  |      | ,771 |      | ,937       | ,895       |
| SMT R17 Treffer Stick         | ,325   | ,417  |      | ,750 |      | ,934       | ,878       |
| SMT R15 Treffer Ruder         | ,854   |       |      |      |      | ,905       | ,782       |
| SMT R16 Treffer Ruder         | ,886   |       |      |      |      | ,922       | ,843       |
| SMT R17 Treffer Ruder         | ,868   |       |      |      |      | ,926       | ,839       |
| SMT R15 Treffer Speed         |        |       | ,858 |      |      | ,879       | ,774       |
| SMT R16 Treffer Speed         |        |       | ,925 |      |      | ,921       | ,877       |
| SMT R17 Treffer Speed         |        |       | ,909 |      |      | ,906       | ,846       |
| SMT R15 Treffer Stick-Speed   |        | ,357  | ,616 | ,542 |      | ,931       | ,845       |
| SMT R16 Treffer Stick-Speed   |        | ,310  | ,642 | ,575 |      | ,936       | ,876       |
| SMT R17 Treffer Stick-Speed   |        |       | ,631 | ,570 |      | ,926       | ,843       |
| SMT R15 Treffer Stick-Ruder   | ,634   | ,321  |      | ,496 |      | ,884       | ,766       |
| SMT R16 Treffer Stick-Ruder   | ,664   | ,331  |      | ,486 |      | ,897       | ,803       |
| SMT R17 Treffer Stick-Ruder   | ,648   | ,342  |      | ,515 |      | ,916       | ,826       |
| SMT R15 Treffer Ruder-Speed   | ,738   |       | ,392 |      |      | ,877       | ,735       |
| SMT R16 Treffer Ruder-Speed   | ,722   |       | ,471 |      |      | ,896       | ,794       |
| SMT R17 Treffer Ruder-Speed   | ,706   |       | ,485 |      |      | ,906       | ,789       |
| SMT R15 3-fach Treffer        | ,463   |       | ,409 | ,405 |      | ,844       | ,611       |
| SMT R16 3-fach Treffer        | ,453   |       | ,467 | ,414 |      | ,859       | ,658       |
| SMT R17 3-fach Treffer        | ,460   |       | ,460 | ,444 |      | ,877       | ,687       |

Extraktionsmethode: PAF. Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Die Rotation ist in 6 Iterationen konvergiert.

Faktor 1 kann aufgrund der hohen Ladungen der SMT-Messkategorien „Treffer Ruder“ der Runden 15-17 als „SMT Psychomotorik Fuß“ bezeichnet werden, während Faktor 2 hinsichtlich der hohen Ladungen der PMT-Messkategorien und der Nebenladungen der SMT-Messkategorien „Treffer Stick“ der Runden 15-17 als „Psychomotorik rechte Hand“ bezeichnet werden kann. Faktor 3 wiederum kann angesichts der hohen Ladungen der Messkategorien „Treffer Speed“ der Runden 15-17 als „SMT Psychomotorik linke Hand“ bezeichnet werden. Faktor 4 kann ob der hohen Ladungen der SMT-Messkategorien „Treffer Stick“ der Runden 15-17 als „SMT Psychomotorik rechte Hand“ bezeichnet werden, während Faktor 5 in Anbetracht der hohen Ladungen der Subtests INFAT-INCOM und INFAT-CALC als „Kognition“ bezeichnet werden kann.

Die mittleren Ladungen der 2-fach-Treffer „Stick-Speed“ (Runde 15, 16 und 17), „Stick-Ruder“ (Runde 15, 16 und 17) und „Ruder-Speed“ (Runde 15, 16 und 17) sowie der 3-fach-Treffer „Stick-Ruder-Speed“ (Runde 15, 16 und 17) laden erwartungskonform auf den jeweiligen Faktoren.

Die Nebenladung der Messkategorie „Treffer-Stick“ (Runde 16 +17) auf Faktor 1 deutet auf einen schwachen Zusammenhang (ca. 9% gemeinsame Varianz von Treffer Stick Runde 16 bzw. 17 und Faktor 1) zwischen Rechte-Hand-Auge- und Fuß-Auge-Koordination hin.

#### 4.1.4.2 Faktorenstruktur ICA 90 II- 2.Stichprobe

In Tabelle 4-31 sind Mittelwerte, Standardabweichungen und Größe der 2.Teilstichprobe der einbezogenen Messkategorien (siehe Tabelle 3-4, Tabelle 3-5, Tabelle 3-7) angegeben.

**Tabelle 4-31: ICA 90 II 2.Stichprobe - Deskriptive Statistik der einbezogenen Messkategorien**

| MK                            | M        | SD       | Analyse N |
|-------------------------------|----------|----------|-----------|
| INCOM                         | 28,99    | 6,17     | 653       |
| CALC Teil1                    | 12,44    | 6,52     | 653       |
| CALC Teil2                    | 7,51     | 2,78     | 653       |
| PMT Treffer Modul A           | 18,75    | 17,24    | 653       |
| PMT Treffer Modul B           | 30,50    | 20,57    | 653       |
| PMT Treffer Modul C           | 35,65    | 21,57    | 653       |
| PMT Zeit bis 1. Treffer       | 434,29   | 132,33   | 653       |
| PMT Abweichung bis 1. Treffer | 38960,29 | 23941,24 | 653       |
| SMT R15 Treffer Stick         | 21,46    | 6,77     | 653       |
| SMT R16 Treffer Stick         | 22,31    | 6,64     | 653       |
| SMT R17 Treffer Stick         | 22,81    | 6,71     | 653       |
| SMT R15 Treffer Ruder         | 13,05    | 5,14     | 653       |
| SMT R16 Treffer Ruder         | 15,06    | 5,47     | 653       |
| SMT R17 Treffer Ruder         | 16,03    | 5,58     | 653       |
| SMT R15 Treffer Speed         | 26,23    | 6,83     | 653       |
| SMT R16 Treffer Speed         | 27,46    | 7,06     | 653       |
| SMT R17 Treffer Speed         | 27,46    | 7,33     | 653       |
| SMT R15 Treffer Stick-Speed   | 16,07    | 8,65     | 653       |
| SMT R16 Treffer Stick-Speed   | 17,71    | 8,89     | 653       |
| SMT R17 Treffer Stick-Speed   | 18,21    | 9,23     | 653       |
| SMT R15 Treffer Stick-Ruder   | 7,66     | 5,02     | 653       |
| SMT R16 Treffer Stick-Ruder   | 9,11     | 5,72     | 653       |
| SMT R17 Treffer Stick-Ruder   | 9,99     | 6,11     | 653       |
| SMT R15 Treffer Ruder-Speed   | 9,61     | 5,27     | 653       |
| SMT R16 Treffer Ruder-Speed   | 11,37    | 6,17     | 653       |
| SMT R17 Treffer Ruder-Speed   | 12,10    | 6,44     | 653       |
| SMT R15 3-fach Treffer        | 3,31     | 3,26     | 653       |
| SMT R16 3-fach Treffer        | 3,98     | 3,84     | 653       |
| SMT R17 3-fach Treffer        | 4,24     | 3,82     | 653       |

MK= Messkategorien; M= Mittelwert; SD=Standardabweichung; N= Stichprobe

Tabelle 4-32: ICA 90 II 2. Stichprobe - KMO- und Bartlett-Test

|   |                           |           |
|---|---------------------------|-----------|
| Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin. |                           | ,843      |
| Bartlett-Test auf Sphärizität                       | Ungefähres Chi-Quadrat    | 21894,868 |
|   | df                        | 210       |
|   | Signifikanz nach Bartlett | ,000      |

Der KMO-Koeffizient von  $> .8$  und ein hochsignifikanter Bartlett-Test (Tabelle 4-32) sowie MSA-Koeffizienten von  $.706 - .949$  (auf die Darstellung der Anti-Image-Matrix wird aufgrund ihrer Größe verzichtet) indizieren gute Voraussetzungen für die Durchführung einer PAF. Die berechneten Residuen zwischen beobachteten und reproduzierten Korrelationen weisen 38 nicht redundante Residuen (9%) mit absoluten Werten größer 0,05 auf.

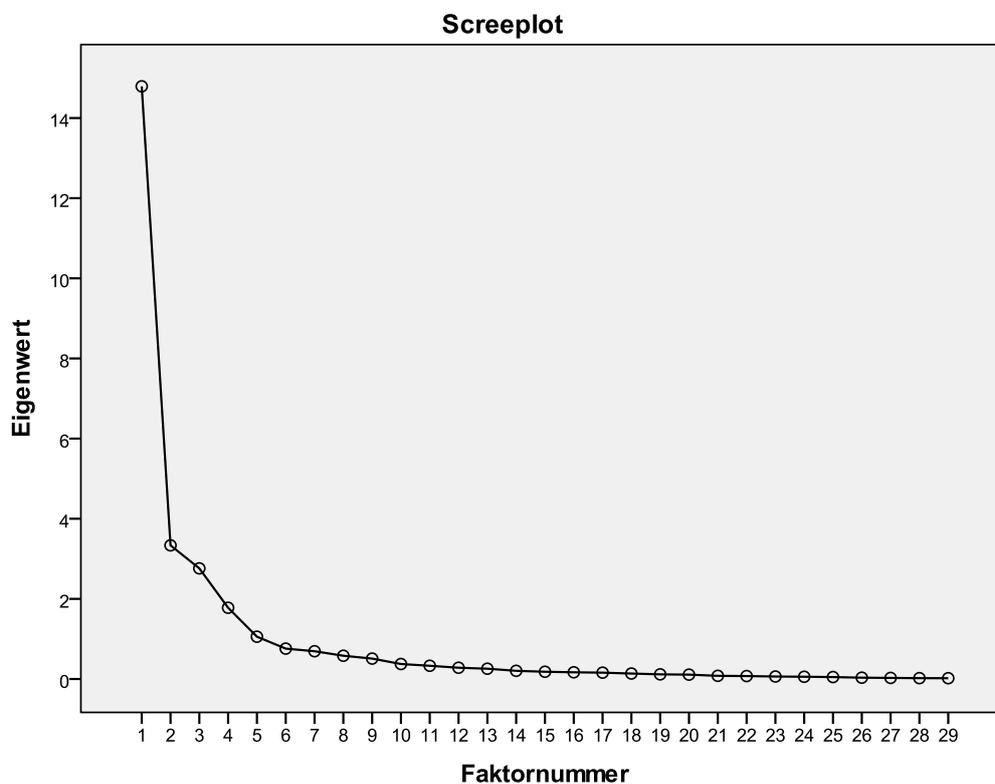


Abbildung 4-9: ICA 90 II 2. Stichprobe - Screepplot

Aufgrund des Scree-Tests sowie des Kaiser-Guttman-Kriteriums wurden fünf Faktoren extrahiert (siehe Abbildung 4-9 und Tabelle 4-33).

Tabelle 4-33: ICA 90 II 2. Stichprobe – Erklärte Gesamtvarianz

| Faktor | Anfängliche Eigenwerte |         |              | Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion |         |              | Rotierte Summe der quadrierten Ladungen |         |              |
|--------|------------------------|---------|--------------|--|---------|--------------|---|---------|--------------|
|        | Gesamt                 | % der   | Kumulierte % | Gesamt   | % der   | Kumulierte % | Gesamt                                  | % der   | Kumulierte % |
|        |                        | Varianz |              |  | Varianz |              |   | Varianz |              |
| 1      | 14,791                 | 51,003  | 51,003       | 14,598   | 50,338  | 50,338       | 6,485                                   | 22,363  | 22,363       |
| 2      | 3,335                  | 11,501  | 62,504       | 3,149  | 10,860  | 61,197       | 5,544                                   | 19,117  | 41,480       |
| 3      | 2,761                  | 9,521   | 72,024       | 2,599  | 8,963   | 70,160       | 5,364                                   | 18,497  | 59,977       |
| 4      | 1,778                  | 6,132   | 78,157       | 1,373  | 4,734   | 74,895       | 3,517                                   | 12,128  | 72,105       |
| 5      | 1,056                  | 3,642   | 81,798       | ,900   | 3,103   | 77,997       | 1,709                                   | 5,892   | 77,997       |
| 6      | ,758                   | 2,615   | 84,413       |  |         |              |   |         |              |
| 7      | ,693                   | 2,391   | 86,805       |  |         |              |   |         |              |
| 8      | ,581                   | 2,002   | 88,806       |  |         |              |   |         |              |
| 9      | ,510                   | 1,757   | 90,563       |  |         |              |   |         |              |
| 10     | ,374                   | 1,290   | 91,853       |  |         |              |   |         |              |
| 11     | ,330                   | 1,139   | 92,993       |  |         |              |   |         |              |
| 12     | ,281                   | ,970    | 93,962       |  |         |              |   |         |              |
| 13     | ,257                   | ,886    | 94,849       |  |         |              |   |         |              |
| 14     | ,204                   | ,704    | 95,553       |  |         |              |   |         |              |
| 15     | ,181                   | ,624    | 96,177       |  |         |              |   |         |              |
| 16     | ,168                   | ,578    | 96,755       |  |         |              |   |         |              |
| 17     | ,158                   | ,546    | 97,301       |  |         |              |   |         |              |
| 18     | ,136                   | ,470    | 97,771       |  |         |              |   |         |              |
| 19     | ,116                   | ,401    | 98,172       |  |         |              |   |         |              |
| 20     | ,109                   | ,376    | 98,548       |  |         |              |   |         |              |
| 21     | ,079                   | ,274    | 98,822       |  |         |              |   |         |              |
| 22     | ,074                   | ,254    | 99,075       |  |         |              |   |         |              |
| 23     | ,062                   | ,214    | 99,290       |  |         |              |   |         |              |
| 24     | ,056                   | ,194    | 99,484       |  |         |              |   |         |              |
| 25     | ,049                   | ,168    | 99,652       |  |         |              |   |         |              |
| 26     | ,033                   | ,113    | 99,765       |  |         |              |   |         |              |
| 27     | ,027                   | ,094    | 99,858       |  |         |              |   |         |              |
| 28     | ,021                   | ,073    | 99,932       |  |         |              |   |         |              |
| 29     | ,020                   | ,068    | 100,000      |  |         |              |   |         |              |

Extraktionsmethode: Hauptachsen-Faktorenanalyse.

Nach der Varimax-Rotation der Extraktion ergeben sich fünf Faktoren. Der erste extrahierte Faktor erklärt demnach 22,36%, der zweite Faktor 19,12%, der dritte Faktor 18,50%, der vierte Faktor 12,13% und der fünfte Faktor 5,90% der Varianz der einbezogenen Messkategorien. Aufgrund der orthogonalen Rotation können die Varianzen der einzelnen Faktoren zu einer erklärten Gesamtvarianz von 78,00% addiert werden (siehe Tabelle 4-33).

Die Messkategorien weisen mittlere, hohe und sehr hohe Ladungen auf den extrahierten Faktoren auf. Die aufgeklärte Varianz (Kommunalität) der Messkategorien durch die extrahierten Faktoren ist sehr hoch bis angemessen (siehe Tabelle 4-34).

Tabelle 4-34: ICA 90 II 2. Stichprobe – Rotierte Faktorenmatrix<sup>a</sup>- und Kommunalitäten

|                               | Faktor |       |      |      |      | Anfänglich | Extraktion |
|-------------------------------|--------|-------|------|------|------|------------|------------|
|                               | 1      | 2     | 3    | 4    | 5    |            |            |
| INCOM                         |        |       |      |      | ,509 | ,304       | ,324       |
| CALCULATION Teil1             |        |       |      |      | ,802 | ,453       | ,652       |
| CALCULATION Teil2             |        |       |      |      | ,773 | ,453       | ,619       |
| PMT Treffer Modul A           |        | ,919  |      |      |      | ,961       | ,941       |
| PMT Treffer Modul B           |        | ,894  |      |      |      | ,953       | ,943       |
| PMT Treffer Modul C           |        | ,871  |      |      |      | ,939       | ,920       |
| PMT Zeit bis 1. Treffer       |        | -,922 |      |      |      | ,957       | ,953       |
| PMT Abweichung bis 1. Treffer |        | -,714 |      |      |      | ,708       | ,647       |
| SMT R15 Treffer Stick         |        | ,497  |      | ,679 |      | ,920       | ,867       |
| SMT R16 Treffer Stick         | ,347   | ,477  |      | ,672 |      | ,940       | ,873       |
| SMT R17 Treffer Stick         | ,372   | ,449  |      | ,676 |      | ,921       | ,853       |
| SMT R15 Treffer Ruder         | ,857   |       |      |      |      | ,910       | ,784       |
| SMT R16 Treffer Ruder         | ,895   |       |      |      |      | ,923       | ,858       |
| SMT R17 Treffer Ruder         | ,877   |       |      |      |      | ,911       | ,841       |
| SMT R15 Treffer Speed         |        |       | ,889 |      |      | ,882       | ,811       |
| SMT R16 Treffer Speed         |        |       | ,910 |      |      | ,905       | ,853       |
| SMT R17 Treffer Speed         |        |       | ,878 |      |      | ,891       | ,797       |
| SMT R15 Treffer Stick-Speed   |        | ,394  | ,648 | ,497 |      | ,923       | ,858       |
| SMT R16 Treffer Stick-Speed   |        | ,385  | ,657 | ,482 |      | ,928       | ,861       |
| SMT R17 Treffer Stick-Speed   |        | ,371  | ,621 | ,510 |      | ,918       | ,839       |
| SMT R15 Treffer Stick-Ruder   | ,638   | ,314  |      | ,478 |      | ,881       | ,748       |
| SMT R16 Treffer Stick-Ruder   | ,664   | ,330  |      | ,461 |      | ,907       | ,795       |
| SMT R17 Treffer Stick-Ruder   | ,670   | ,303  |      | ,491 |      | ,897       | ,803       |
| SMT R15 Treffer Ruder-Speed   | ,727   |       | ,412 |      |      | ,879       | ,734       |
| SMT R16 Treffer Ruder-Speed   | ,726   |       | ,488 |      |      | ,895       | ,800       |
| SMT R17 Treffer Ruder-Speed   | ,721   |       | ,472 |      |      | ,891       | ,779       |
| SMT R15 3-fach Treffer        | ,422   |       | ,457 | ,374 |      | ,833       | ,589       |
| SMT R16 3-fach Treffer        | ,445   |       | ,504 | ,348 |      | ,855       | ,631       |
| SMT R17 3-fach Treffer        | ,463   |       | ,498 | ,371 |      | ,856       | ,644       |

Extraktionsmethode: PAF. Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Die Rotation ist in 6 Iterationen konvergiert.

Faktor 1 kann aufgrund der hohen Ladungen der SMT-Messkategorien „Treffer Ruder“ der Runden 15-17 als „SMT Psychomotorik Fuß“ bezeichnet werden, während Faktor 2 hinsichtlich der hohen Ladungen der PMT-Messkategorien und der Nebenladungen der SMT-Messkategorien „Treffer Stick“ der Runden 15-17 als „Psychomo-

torik rechte Hand“ bezeichnet werden kann. Faktor 3 wiederum kann angesichts der hohen Ladungen der Messkategorien „Treffer Speed“ der Runden 15-17 als „SMT Psychomotorik linke Hand“ bezeichnet werden. Faktor 4 kann ob der hohen Ladungen der SMT-Messkategorien „Treffer Stick“ der Runden 15-17 als „SMT Psychomotorik rechte Hand“ bezeichnet werden, während Faktor 5 in Anbetracht der der hohen Ladungen der Subtests INFAT-INCOM und INFAT-CALC als „Kognition“ bezeichnet werden kann.

Die mittleren Ladungen der 2-fach-Treffer „Stick-Speed“ (Runde 15, 16 und 17), „Stick-Ruder“ (Runde 15, 16 und 17) und „Ruder-Speed“ (Runde 15, 16 und 17) sowie der 3-fach-Treffer „Stick-Ruder-Speed“ (Runde 15, 16 und 17) laden erwartungskonform auf den jeweiligen Faktoren.

Die Nebenladung der Messkategorie „Treffer-Stick“ (Runde 16 +17) auf Faktor 1 deutet auf einen schwachen Zusammenhang (ca. 9% gemeinsame Varianz von Treffer Stick Runde 16 bzw. 17 und Faktor 1) zwischen Rechte-Hand-Auge- und Fuß-Auge-Koordination hin.

Aufgrund der Ergebnisse der Faktorenanalysen für die 1. und 2. Teilstichprobe kann von einer stabilen 5-Faktorlösung der einbezogenen Messkategorien gesprochen werden. Die auf Grundlage der Faktorenlösungen gebildeten Faktorwerte werden in die weiteren Analysen einbezogen.

## 4.2 Analyse der prädiktiven Validität CAT → ICA 90 II

Um die Zusammenhänge zwischen den CAT-Scores und ICA 90 II zu überprüfen, wurden Pearson-Korrelationskoeffizienten zwischen den CAT-Scores und den berechneten Faktorwerten (siehe 4.1) sowie den Rohwerten von INFAT-INCOM und INFAT-CALC berechnet.

Tabelle 4-35: CAT - Korrelationskoeffizienten (Pearson) mit ICA 90 II

|  |   | Adapt Verbale<br>Analogien | Adapt<br>Rechentest | Adapt<br>Matrizentest | Praktisch-<br>Technisches<br>Verständnis | Wegfigurentest | Rechentest |
|--|---|----------------------------|---------------------|-----------------------|--|----------------|------------|
| PMT Faktor                                   |   | -,031                      | ,040                | ,042                  | ,177**                                   | ,164**         | ,053       |
| Psychomotorik                                | N | 789                        | 789                 | 789                   | 1317                                     | 1305           | 1310       |
| SMT Faktor 1                                 |   | ,022                       | ,082*               | ,126**                | ,072**                                   | ,223**         | ,100**     |
| Psychomotorik Fuß                            | N | 828                        | 828                 | 828                   | 1377                                     | 1364           | 1371       |
| SMT Faktor 2                                 |   | -,006                      | ,041                | ,067                  | ,160**                                   | ,093**         | ,052       |
| Psychomotorik re. Hand                       | N | 828                        | 828                 | 828                   | 1377                                     | 1364           | 1371       |
| SMT Faktor 3                                 |   | -,007                      | ,027                | -,061                 | -,002                                    | ,101**         | -,018      |
| Psychomotorik li. Hand                       | N | 828                        | 828                 | 828                   | 1377                                     | 1364           | 1371       |
| INCOM Rohwert                                |   | ,059                       | ,158**              | ,126**                | ,189**                                   | ,330**         | ,323**     |
|  | N | 812                        | 812                 | 812                   | 1355                                     | 1351           | 1348       |
| CALC Teil1 Rohwert                           |   | ,077*                      | ,380**              | ,283**                | ,217**                                   | ,283**         | ,567**     |
|  | N | 828                        | 828                 | 828                   | 1377                                     | 1364           | 1371       |
| CALC Teil2 Rohwert                           |   | ,059                       | ,347**              | ,210**                | ,151**                                   | ,270**         | ,501**     |
|  | N | 828                        | 828                 | 828                   | 1377                                     | 1364           | 1371       |
| ICA Faktor 1                                 |   | ,012                       | ,025                | ,105**                | ,037                                     | ,183**         | ,028       |
| Psychomotorik Fuß                            | N | 773                        | 773                 | 773                   | 1296                                     | 1292           | 1288       |
| ICA Faktor 2                                 |   | -,047                      | -,014               | -,017                 | ,138**                                   | ,071*          | -,011      |
| Psychomotorik re. Hand                       | N | 773                        | 773                 | 773                   | 1296                                     | 1292           | 1288       |
| ICA Faktor 3                                 |   | -,009                      | ,022                | -,066                 | -,001                                    | ,103**         | -,018      |
| Psychomotorik li. Hand                       | N | 773                        | 773                 | 773                   | 1296                                     | 1292           | 1288       |
| ICA Faktor 4 Psychomo-<br>torik re. Hand SMT | N | 773                        | 773                 | 773                   | 1296                                     | 1292           | 1288       |
| ICA Faktor 5                                 |   | ,083*                      | ,392**              | ,263**                | ,213**                                   | ,312**         | ,593**     |
| Kognition                                    | N | 773                        | 773                 | 773                   | 1296                                     | 1292           | 1288       |

\*\* Korrelation auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant; \* Korrelation auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Wie aus Tabelle 4-35 ersichtlich weisen die CAT-Subtests einerseits eher geringe Korrelationen mit den psychomotorischen Faktoren auf, wohingegen sie andererseits mäßige bis mittlere Korrelationen sowohl mit den Rohwerten der kognitiven Tests INFAT-INCOM und INFAT-CALC als auch mit dem ICA-Faktor Kognition aufweisen.

Im Einzelnen ergaben sich für den adaptiven Verbale-Analogien-Test sehr schwache bis keine korrelativen Zusammenhänge mit den ICA90II-Messkategorien und -Faktoren. Während sowohl der adaptive Rechentest als auch der adaptive Matrizen-

test keine bzw. sehr schwache Korrelationen mit den psychomotorischen Faktoren und INFAT-INCOM sowie mäßige Korrelationen mit INFAT-CALC und dem ICA-Faktor Kognition aufwiesen. Der PTV zeigte insgesamt unspezifische mäßige bis schwache korrelative Zusammenhänge mit den ICA90II-Messkategorien und -Faktoren. Für den Wegfigurentest ergaben sich schwache bis mäßige Korrelationen mit vielen psychomotorischen Faktoren sowie mäßige bis mittlere Korrelationen mit INFAT-INCOM und –CALC sowie dem ICA-Faktor Kognition. Wohingegen der Rechentest schwache bis keine Korrelationen mit den psychomotorischen Faktoren sowie mittlere Korrelationen mit INFAT-INCOM und -CALC und dem ICA-Faktor Kognition aufwies.

Insgesamt scheint es, als ob Rechentest, Wegfigurentest und adaptiver Rechentest die beste Vorhersage der kognitiven ICA90II-Subtests sowie des kognitiven Faktors liefern können, während die Vorhersage der psychomotorischen Faktoren durch die CAT-Subtests eher als schwach zu bezeichnen ist.

### **4.3 Analyse der prädiktiven Validität ICA 90 II und CAT → Phase III**

Die Analyse der prädiktiven Validität des ICA90II und der CAT-Subtests auf Phase III erfolgte in zwei Schritten sowie getrennt für FPS-H und FPS-F. Zunächst wurden die Zusammenhänge aller CAT-Scores, ICA90II-Meßkategorien und -Faktorwerte mit den Aussenkriterien aus Phase III anhand einer Rangkorrelationsmatrix überprüft. Anschließend wurden nur diejenigen Variablen in die schrittweisen logistischen Regressionsanalysen einbezogen, die signifikante Korrelationen mit den Aussenkriterien aufwiesen.

#### **4.3.1 Analyse der prädiktiven Validität ICA 90 II und CAT → FPS-H**

Im Folgenden werden die Analyseergebnisse der prädiktiven Validität des ICA 90 II und der CAT-Subtests auf FPS-H berichtet, hierzu werden Rangkorrelationskoeffizienten (Spearman's  $\rho$ ) sowie die Ergebnisse der durchgeführten logistischen Regressionen dargestellt.

Aus Tabelle 4-36 wird zunächst ersichtlich, dass sowohl kognitive als auch psychomotorische Variablen signifikante aber eher mäßige korrelative Zusammenhänge mit den Aussenkriterien Pass/Fail sowie der Gesamteinstufung des FPS-H aufweisen (aufgrund unterschiedlicher Codierung, mit unterschiedlichem Vorzeichen). Zudem bestehen - mit Ausnahme des Wegfigurentests - keine signifikanten Korrelationen zwischen den Variablen und Mission 3 (erste komplexe SAR-Mission). Weiterhin zeigen sich für die PMT-Messkategorien sowie den PMT-Faktor und den SMT-Faktor 2 einerseits mittlere bis hohe Korrelationen in Mission 1 (Eingewöhnung) und Mission 2 (Patternflug) sowie andererseits schwache Korrelationen mit Mission 4 (Wiederholung der komplexen SAR-Mission). Der ICA-Faktor 2 hingegen zeigt mittlere Korrelationen ausschließlich mit Mission 1 und 2.

Darüber hinaus lassen sich mäßige Korrelationen für den INCOM-Rohwert mit Mission 2 und 4 erkennen. Während keine SMT-Messkategorien und -Faktoren signifikante korrelative Zusammenhänge mit den einzelnen Missionen aufweisen.

Insgesamt sind die Korrelationen zwischen ICA 90 II, CAT und FPS-H als eher mäßig zu bewerten.

Tabelle 4-36: FPS-H - Korrelationskoeffizienten (Spearman's Rho) CAT, ICA 90 II

| Variablen ICA90II/CAT                         | Pass/Fail | Gesamteinstufung FPS-H | Missionsnote 1 | Missionsnote 2 | Missionsnote 3 | Missionsnote 4 |         |
|---|-----------|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| Adapt Verbale Analogien                       |           | ,130                   | ,068           | -,085          | -,095          | -,004          | ,088    |
| N   | 155       | 155                    | 143            | 143            | 143            | 143            |         |
| Adapt Rechentest                              |           | ,032                   | -,067          | -,091          | -,140          | ,102           | -,067   |
| N   | 155       | 155                    | 143            | 143            | 143            | 143            |         |
| Adapt Matrizentest                            |           | ,211**                 | -,228**        | -,068          | -,242**        | ,002           | -,080   |
| N   | 155       | 155                    | 143            | 143            | 143            | 143            |         |
| Praktisch-Technisches Verständnis             |           | ,081                   | -,092          | -,112          | -,284**        | ,076           | -,004   |
| N   | 245       | 245                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| Wegfigurentest                                |           | ,177**                 | -,173**        | -,111          | -,061          | ,145*          | -,090   |
| N   | 243       | 243                    | 224            | 224            | 224            | 224            |         |
| Rechentest                                    |           | ,040                   | -,061          | -,030          | -,094          | ,057           | ,013    |
| N   | 244       | 244                    | 225            | 225            | 225            | 225            |         |
| INCOM Rohwert                                 |           | ,201**                 | -,194**        | -,123          | -,139*         | -,094          | -,161*  |
| N   | 241       | 241                    | 222            | 222            | 222            | 222            |         |
| CALC Teil1 Rohwert                            |           | ,104                   | -,117          | ,021           | -,060          | ,021           | -,007   |
| N   | 245       | 245                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| CALC Teil2 Rohwert                            |           | ,033                   | -,061          | ,004           | -,040          | -,009          | -,064   |
| N   | 245       | 245                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| PMT Modul A Rohwert                           |           | ,225**                 | -,274**        | -,537**        | -,415**        | ,043           | -,155*  |
| N   | 244       | 244                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| PMT Modul B Rohwert                           |           | ,231**                 | -,286**        | -,520**        | -,425**        | ,038           | -,173** |
| N   | 244       | 244                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| PMT Modul C Rohwert                           |           | ,228**                 | -,289**        | -,509**        | -,387**        | ,012           | -,150*  |
| N   | 244       | 244                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| PMT Modul A Abweichung bis 1. Treffer Rohwert |           | -,228**                | ,286**         | ,558**         | ,439**         | -,016          | ,154*   |
| N   | 244       | 244                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| PMT Modul A Zeit bis 1. Treffer Rohwert       |           | -,215**                | ,263**         | ,546**         | ,394**         | -,062          | ,139*   |
| N   | 236       | 236                    | 219            | 219            | 219            | 219            |         |
| SMT Treffer Stick Module 15-17                |           | ,048                   | -,036          | -,011          | -,016          | -,060          | ,001    |
| N   | 245       | 245                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| SMT Treffer Ruder Module 15-17                |           | ,129*                  | -,070          | -,017          | -,015          | -,077          | -,110   |
| N   | 245       | 245                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| SMT Treffer Speed Module 15-17                |           | ,009                   | -,041          | ,065           | ,026           | ,046           | ,045    |
| N   | 245       | 245                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| SMT Treffer STSP Module 15-17                 |           | -,008                  | -,001          | ,058           | ,049           | -,004          | ,061    |
| N   | 245       | 245                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| SMT Treffer STRU Module 15-17                 |           | ,118                   | -,081          | -,029          | -,011          | -,083          | -,063   |
| N   | 245       | 245                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| SMT 3fach Treffer Module 15-17                |           | ,099                   | -,099          | -,028          | ,002           | -,072          | -,036   |
| N   | 245       | 245                    | 226            | 226            | 226            | 226            |         |
| PMT Faktor Psychomotorik                      |           | ,226**                 | -,277**        | -,545**        | -,419**        | ,052           | -,152*  |
| N   | 233       | 233                    | 216            | 216            | 216            | 216            |         |
| SMT Faktor 1 Psychomotorik Fuß                |           | ,084                   | -,070          | -,066          | -,122          | -,104          | -,087   |
| N   | 242       | 242                    | 223            | 223            | 223            | 223            |         |
| SMT Faktor 2 Psychomotorik re. Hand           |           | ,130*                  | -,171**        | -,268**        | -,315**        | ,050           | -,175** |
| N   | 242       | 242                    | 223            | 223            | 223            | 223            |         |
| SMT Faktor 3 Psychomotorik li. Hand           |           | -,096                  | ,029           | -,110          | -,001          | ,071           | ,040    |
| N   | 242       | 242                    | 223            | 223            | 223            | 223            |         |
| ICA Faktor 1 Psychomotorik Fuß                |           | ,044                   | -,027          | -,042          | -,120          | -,085          | -,104   |
| N   | 229       | 229                    | 212            | 212            | 212            | 212            |         |
| ICA Faktor 2 Psychomotorik re. Hand           |           | ,208**                 | -,242**        | -,504**        | -,374**        | ,072           | -,113   |
| N   | 229       | 229                    | 212            | 212            | 212            | 212            |         |
| ICA Faktor 3 Psychomotorik li. Hand           |           | -,146*                 | ,074           | -,076          | ,029           | ,085           | ,064    |
| N   | 229       | 229                    | 212            | 212            | 212            | 212            |         |
| ICA Faktor 4 Psychomotorik re. Hd. SMT        |           | ,022                   | -,036          | ,003           | -,106          | ,043           | -,097   |
| N   | 229       | 229                    | 212            | 212            | 212            | 212            |         |
| ICA Faktor 5 Kognition                        |           | ,081                   | -,104          | ,063           | -,032          | -,005          | -,050   |
| N   | 229       | 229                    | 212            | 212            | 212            | 212            |         |

\*\*Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig);\* Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

In die logistische Regressionsanalyse wurden nur diejenigen ICA90II-Messkategorien, -Faktoren und CAT-Werte einbezogen, die signifikant mit dem Ausenkenkriterium Pass/Fail korrelierten. In Tabelle 4-37 ist die Größe der einbezogenen Stichprobe angegeben. Im Folgenden werden die Gütemaße für den Regressionsansatz sowie die einbezogenen Variablen berichtet. Anschließend wird die logistische Regressionsgleichung formuliert.

**Tabelle 4-37: FPS-H – Zusammenfassung Fallverarbeitung**

| Ungewichtete Fälle <sup>a</sup> |                       | N   | Prozent |
|---------------------------------|-----------------------|-----|---------|
| Ausgewählte Fälle               | Einbezogen in Analyse | 142 | 57,7    |
|                                 | Fehlende Fälle        | 104 | 42,3    |
|                                 | Gesamt                | 246 | 100,0   |
| Nicht ausgewählte Fälle         |                       | 0   | ,0      |
| Gesamt                          |                       | 246 | 100,0   |

a. Wenn die Gewichtung wirksam ist, finden Sie die Gesamtzahl der Fälle in der Klassifizierungstabelle.

Der vierte Iterationsschritt der schrittweisen logistischen Regressionsanalyse ergab sowohl ein Cox und Snell-R<sup>2</sup> > .2 als auch ein Nagelkerke-R<sup>2</sup> > .2 (siehe Tabelle 4-38), dies spricht für eine akzeptable Güte des Gesamtmodells.

**Tabelle 4-38: FPS-H – Modellzusammenfassung**

| Schritt | -2 Log-Likelihood    | Cox & Snell R-Quadrat | Nagelkerkes R-Quadrat |
|---------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1       | 184,304 <sup>a</sup> | ,083                  | ,111                  |
| 2       | 176,608 <sup>a</sup> | ,131                  | ,175                  |
| 3       | 169,626 <sup>a</sup> | ,173                  | ,231                  |
| 4       | 162,632 <sup>b</sup> | ,213                  | ,284                  |

a. Schätzung beendet bei Iteration Nummer 4, weil die Parameterschätzer sich um weniger als ,001 änderten.

b. Schätzung beendet bei Iteration Nummer 5, weil die Parameterschätzer sich um weniger als ,001 änderten.

Desweiteren ist die Devianz (-2 Log Likelihood-Wert bei Schritt 4) < 165.31 (tabellierter X<sup>2</sup>-Wert; Irrtumswahrscheinlichkeit 5%), insofern kann von einer sehr guten Anpassung des Modells gesprochen werden (siehe Tabelle 4-38).

Der Vergleich der Klassifikationsergebnisse (siehe Tabelle 4-39) mit der proportionalen Zufallswahrscheinlichkeit (siehe Anhang Tabelle 7-36) zeigte, dass die Klassifikationsergebnisse (Schritt 4 = 70.40%) > 52.10% sind, dies entspricht einer guten Anpassung. Des Weiteren ist das Ergebnis des Press's Q-Tests = 23.63 und somit weit > 3.84 (tabellierter  $X^2$ -Wert; Irrtumswahrscheinlichkeit 5%), d. h. die Klassifikationsergebnisse unterscheiden sich signifikant von einer zufälligen Zuordnung.

Tabelle 4-39: FPS-H – Klassifizierungstabelle<sup>a</sup>

|                   |           |   | Vorhergesagt |    |                 |
|-------------------|-----------|---|--------------|----|-----------------|
|                   |           |   | Pass_Fail    |    | Prozentsatz der |
| Beobachtet        |           |   | 0            | 1  | Richtigen       |
| Schritt 1         | Pass_Fail | 0 | 54           | 20 | 73,0            |
|                   |           | 1 | 32           | 36 | 52,9            |
| Gesamtprozentsatz |           |   |              |    | 63,4            |
| Schritt 2         | Pass_Fail | 0 | 54           | 20 | 73,0            |
|                   |           | 1 | 27           | 41 | 60,3            |
| Gesamtprozentsatz |           |   |              |    | 66,9            |
| Schritt 3         | Pass_Fail | 0 | 52           | 22 | 70,3            |
|                   |           | 1 | 27           | 41 | 60,3            |
| Gesamtprozentsatz |           |   |              |    | 65,5            |
| Schritt 4         | Pass_Fail | 0 | 55           | 19 | 74,3            |
|                   |           | 1 | 23           | 45 | 66,2            |
| Gesamtprozentsatz |           |   |              |    | 70,4            |

a. Der Trennwert lautet ,500

Laut Wald-Statistik haben die Variablen PMTC (PMT - Summe der Treffer Modul C), SMT-Ruder (SMT-Ruder - Summe der Treffer Modul 15-17), WFT (Wegfigurentest-Score) und ICA-Faktor 3 (Psychomotorik li. Hand) in der Regressionsgleichung (siehe Tabelle 4-39, 4 Schritt; Anhang, Tabelle 7-37) einen signifikanten Einfluss auf die Trennung der Gruppen.

Tabelle 4-40: FPS-H – Variablen in der Gleichung

|                             | Regressions- |       |        |    |      | 95% Konfidenzintervall für EXP(B) |              |             |
|-----------------------------|--------------|-------|--------|----|------|-----------------------------------|--------------|-------------|
|                             | koeffizientB | SD    | Wald   | df | Sig. | Exp(B)                            | Unterer Wert | Oberer Wert |
| Schritt 1 <sup>a</sup> WFT  | ,073         | ,022  | 10,982 | 1  | ,001 | 1,076                             | 1,030        | 1,124       |
| Konstante                   | -3,314       | ,991  | 11,176 | 1  | ,001 | ,036                              |              |             |
| Schritt 2 <sup>b</sup> PMTC | ,023         | ,009  | 7,027  | 1  | ,008 | 1,023                             | 1,006        | 1,041       |
| WFT                         | ,071         | ,023  | 9,632  | 1  | ,002 | 1,074                             | 1,027        | 1,123       |
| Konstante                   | -4,221       | 1,107 | 14,538 | 1  | ,000 | ,015                              |              |             |
| Schritt 3 <sup>c</sup> PMTC | ,028         | ,009  | 9,531  | 1  | ,002 | 1,029                             | 1,010        | 1,048       |
| WFT                         | ,074         | ,024  | 9,880  | 1  | ,002 | 1,077                             | 1,028        | 1,128       |
| ICA Faktor 3                | -,498        | ,198  | 6,303  | 1  | ,012 | ,608                              | ,412         | ,897        |
| Konstante                   | -4,552       | 1,147 | 15,743 | 1  | ,000 | ,011                              |              |             |
| Schritt 4 <sup>d</sup> PMTC | ,031         | ,010  | 10,058 | 1  | ,002 | 1,032                             | 1,012        | 1,052       |
| SMT_Ruder                   | ,038         | ,015  | 6,546  | 1  | ,011 | 1,039                             | 1,009        | 1,070       |
| WFT                         | ,073         | ,025  | 8,740  | 1  | ,003 | 1,076                             | 1,025        | 1,129       |
| ICA Faktor 3                | -,540        | ,208  | 6,758  | 1  | ,009 | ,583                              | ,388         | ,876        |
| Konstante                   | -6,451       | 1,470 | 19,255 | 1  | ,000 | ,002                              |              |             |

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: WFT\_SCORE. b. In Schritt 2 eingegebene Variablen: PMTC.

c. In Schritt 3 eingegebene Variablen: ICA3. d. In Schritt 4 eingegebene Variablen: SMT\_RU.

Aufgrund dieser Ergebnisse konnte eine logistische Regressionsgleichung aufgestellt werden, die (in 70,4% der Fälle) eine korrekte Zuordnung in die Gruppen Pass (FPS-H bestanden) und Fail (FPS-H abgelöst) ermöglicht. Die logistische Regressionsgleichung für die Vorhersage der Leistung in FPS-H lautet:

$$Pk(y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-z_{FPS-H}}}$$

$$\text{mit: } z_{FPS-H} = -6,451 + 0,031 \times PMTC + 0,038 \times SMTRuder + 0,73 \times WFT - 0,540 \times ICAfaktor3$$

### **4.3.2 Analyse der prädiktiven Validität ICA 90 II und CAT → FPS-F**

Im Folgenden werden die Analyseergebnisse der prädiktiven Validität des ICA 90 II und der CAT-Subtests auf FPS-F berichtet, hierzu werden Rangkorrelationskoeffizienten (Spearman's  $\rho$ ) sowie die Ergebnisse der durchgeführten logistischen Regressionen dargestellt.

Aus Tabelle 4-41 wird zunächst ersichtlich, dass die kognitiven Variablen Physikalisch-Technisches-Verständnis, Wegfigurentest, INFAT-INCOM, INFAT-CALC und der ICA-Faktor Kognition signifikante mäßige korrelative Zusammenhänge mit den Aussenkriterien Pass/Fail, der Gesamteinstufung (aufgrund unterschiedlicher Codierung, mit unterschiedlichem Vorzeichen) sowie einzelnen Missions-Ergebnissen des FPS-F aufweisen, während die Variablen zur allgemeinen Intelligenz keine Zusammenhänge mit den Missionen, Pass/Fail oder der Gesamteinstufung des FPS-F aufweisen. Erwartungsgemäß weisen psychomotorische Variablen keine und kognitive Variablen mäßige bis mittlere Zusammenhänge mit der theoretischen Leistung auf. Zudem bestehen signifikante mittlere korrelative Zusammenhänge vieler psychomotorischer Variablen mit den Aussenkriterien Pass/Fail, der Gesamteinstufung und einzelnen Missions-Ergebnissen des FPS-F. Jedoch zeigen sich keine korrelativen Zusammenhänge zwischen den SMT Rohwerten und den Kennwerten des FPS-F. Die höchsten Korrelationen bestehen zwischen psychomotorischen Variablen (speziell Stickhandling) und Mission 3 (search and destroy) die besondere psychomotorische Fähigkeiten erfordert.

Insgesamt sind die Korrelationen zwischen ICA 90 II, CAT und FPS-F als vielversprechend zu bewerten.

# Ergebnisse

**Tabelle 4-41: FPS-F - Korrelationskoeffizienten (Spearman's Rho) CAT, ICA 90 II**

| Variablen ICA90II/CAT                         | Pass_Fail | Gesamteinstufung | Gesamtergebnis | FPS/F Mission1 | FPS/F Mission2 | FPS/F Mission3 | FPS/F Mission4 |
|---|-----------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|   |           | Phase III        | Theorie        | Gesamtergebnis | Gesamtergebnis | Gesamtergebnis | Gesamtergebnis |
| Adapt Verbale Analogien                       |           | ,012             | -,228**        | -,012          | ,081           | ,045           | -,131          |
|   | N 180     | 180              | 178            | 177            | 172            | 166            | 144            |
| Adapt Rechentest                              |           | -,090            | -,292**        | -,237**        | -,057          | -,040          | -,064          |
|   | N 180     | 180              | 178            | 177            | 172            | 166            | 144            |
| Adapt Matrizentest                            |           | -,037            | -,246**        | -,062          | ,024           | ,067           | -,137          |
|   | N 180     | 180              | 178            | 177            | 172            | 166            | 144            |
| Praktisch-Technisches Verständnis             |           | -,210**          | -,117*         | -,126*         | -,102          | -,224**        | -,228**        |
|   | N 296     | 296              | 291            | 292            | 287            | 278            | 236            |
| Wegfigurentest                                |           | -,177**          | -,128*         | -,151**        | -,123*         | -,116          | -,173**        |
|   | N 294     | 294              | 289            | 290            | 285            | 276            | 234            |
| Rechentest                                    |           | -,054            | -,146*         | -,070          | -,100          | ,034           | -,066          |
|   | N 292     | 292              | 287            | 288            | 283            | 275            | 233            |
| INCOM Rohwert                                 |           | -,193**          | -,163**        | -,208**        | -,165**        | -,176**        | -,241**        |
|   | N 285     | 285              | 280            | 281            | 276            | 268            | 229            |
| CALC Teil1 Rohwert                            |           | -,118*           | -,197**        | -,167**        | -,098          | -,079          | -,180**        |
|   | N 291     | 291              | 286            | 287            | 282            | 274            | 234            |
| CALC Teil2 Rohwert                            |           | -,141*           | -,033          | -,078          | -,123*         | -,087          | -,120          |
|   | N 291     | 291              | 286            | 287            | 282            | 274            | 234            |
| PMT Modul A Rohwert                           |           | -,471**          | -,088          | -,433**        | -,413**        | -,638**        | -,219**        |
|   | N 291     | 291              | 286            | 287            | 282            | 274            | 234            |
| PMT Modul B Rohwert                           |           | -,474**          | -,065          | -,438**        | -,410**        | -,618**        | -,244**        |
|   | N 291     | 291              | 286            | 287            | 282            | 274            | 234            |
| PMT Modul C Rohwert                           |           | -,449**          | -,069          | -,427**        | -,378**        | -,620**        | -,223**        |
|   | N 291     | 291              | 286            | 287            | 282            | 274            | 234            |
| PMT Modul A Abweichung bis 1. Treffer Rohwert |           | ,519**           | ,088           | ,473**         | ,438**         | ,661**         | ,275**         |
|   | N 291     | 291              | 286            | 287            | 282            | 274            | 234            |
| PMT Modul A Zeit bis 1. Treffer Rohwert       |           | ,465**           | ,077           | ,440**         | ,410**         | ,635**         | ,218**         |
|   | N 274     | 274              | 269            | 271            | 266            | 258            | 220            |
| SMT Treffer Stick Module 15-17                |           | -,094            | -,021          | -,109          | -,116          | -,092          | -,119          |
|   | N 291     | 291              | 286            | 287            | 282            | 274            | 234            |
| SMT Treffer Ruder Module 15-17                |           | -,006            | -,030          | ,012           | -,017          | -,018          | -,070          |
|   | N 291     | 291              | 286            | 287            | 282            | 274            | 234            |
| SMT Treffer Speed Module 15-17                |           | -,031            | ,005           | -,028          | ,000           | ,057           | -,139*         |
|   | N 291     | 291              | 286            | 287            | 282            | 274            | 234            |
| SMT Treffer STSP Module 15-17                 |           | -,059            | ,006           | -,050          | -,067          | ,003           | -,128          |
|   | N 291     | 291              | 286            | 287            | 282            | 274            | 234            |
| SMT Treffer STRU Module 15-17                 |           | -,054            | -,003          | -,026          | -,069          | -,029          | -,080          |
|   | N 291     | 291              | 286            | 287            | 282            | 274            | 234            |
| SMT 3fach Treffer Module 15-17                |           | -,047            | ,029           | ,003           | -,033          | ,050           | -,123          |
|   | N 291     | 291              | 286            | 287            | 282            | 274            | 234            |
| PMT Faktor Psychomotorik                      |           | -,473**          | -,082          | -,459**        | -,412**        | -,645**        | -,232**        |
|   | N 272     | 272              | 267            | 269            | 264            | 256            | 218            |
| SMT Faktor 1 Psychomotorik Fuß                |           | -,040            | ,021           | -,010          | -,057          | -,090          | -,066          |
|   | N 288     | 288              | 283            | 284            | 279            | 271            | 231            |
| SMT Faktor 2 Psychomotorik re. Hand           |           | -,216**          | -,092          | -,243**        | -,194**        | -,295**        | -,125          |
|   | N 288     | 288              | 283            | 284            | 279            | 271            | 231            |
| SMT Faktor 3 Psychomotorik li. Hand           |           | -,142*           | -,043          | -,170**        | -,046          | -,076          | -,104          |
|   | N 288     | 288              | 283            | 284            | 279            | 271            | 231            |
| ICA Faktor 1 Psychomotorik Fuß                |           | ,011             | ,009           | ,023           | -,067          | -,046          | -,018          |
|   | N 266     | 266              | 261            | 263            | 258            | 250            | 213            |
| ICA Faktor 2 Psychomotorik re. Hand           |           | -,434**          | -,036          | -,392**        | -,378**        | -,634**        | -,169*         |
|   | N 266     | 266              | 261            | 263            | 258            | 250            | 213            |
| ICA Faktor 3 Psychomotorik li. Hand           |           | -,116            | -,056          | -,158*         | -,039          | -,048          | -,087          |
|   | N 266     | 266              | 261            | 263            | 258            | 250            | 213            |
| ICA Faktor 4 Psychomotorik re. Hand SMT       |           | ,016             | -,071          | -,052          | ,040           | ,046           | -,051          |
|   | N 266     | 266              | 261            | 263            | 258            | 250            | 213            |
| ICA Faktor 5 Kognition                        |           | -,171**          | -,121          | -,159**        | -,129*         | -,082          | -,189**        |
|   | N 266     | 266              | 261            | 263            | 258            | 250            | 213            |

\*\*Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig);\* Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

In die logistische Regressionsanalyse wurden nur diejenigen ICA90II-Messkategorien, -Faktoren und CAT-Werte einbezogen, die signifikant mit dem Auslenkriterium Pass/Fail korrelierten. In Tabelle 4-42 ist die Größe der einbezogenen Stichprobe angegeben. Im Folgenden werden die Gütemaße für den Regressionsansatz sowie die einbezogenen Variablen berichtet. Anschließend wird die logistische Regressionsgleichung formuliert.

**Tabelle 4-42: FPS-F – Zusammenfassung Fallverarbeitung**

| Ungewichtete Fälle <sup>a</sup> |                       | N   | Prozent |
|---------------------------------|-----------------------|-----|---------|
| Ausgewählte Fälle               | Einbezogen in Analyse | 265 | 89,2    |
|                                 | Fehlende Fälle        | 32  | 10,8    |
|                                 | Gesamt                | 297 | 100,0   |
| Nicht ausgewählte Fälle         |                       | 0   | ,0      |
| Gesamt                          |                       | 297 | 100,0   |

a. Wenn die Gewichtung wirksam ist, findet man die Gesamtzahl der Fälle in der Klassifizierungstabelle.

Der fünfte Iterationsschritt der schrittweisen logistischen Regressionsanalyse ergab sowohl ein Cox und Snell-R<sup>2</sup> > .2 als auch ein Nagelkerke-R<sup>2</sup> > .4 (siehe Tabelle 4-43), dies spricht für ein akzeptables bis gutes Gesamtmodell.

**Tabelle 4-43: FPS-F – Modellzusammenfassung**

| Schritt | -2 Log-Likelihood    | Cox & Snell R-Quadrat | Nagelkerkes R-Quadrat |
|---------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1       | 288,705 <sup>a</sup> | ,250                  | ,335                  |
| 2       | 278,539 <sup>a</sup> | ,278                  | ,372                  |
| 3       | 274,079 <sup>a</sup> | ,290                  | ,388                  |
| 4       | 269,733 <sup>a</sup> | ,302                  | ,404                  |
| 5       | 265,795 <sup>a</sup> | ,312                  | ,418                  |

a. Schätzung beendet bei Iteration Nummer 5, weil die Parameterschätzer sich um weniger als ,001 änderten.

Desweiteren ist die Devianz (-2 Log Likelihood-Wert bei Schritt 5) < 298.61 (tabellierter X<sup>2</sup>-Wert; Irrtumswahrscheinlichkeit 5%), insofern kann von einer sehr guten Anpassung des Modells gesprochen werden (siehe Tabelle 4-43).

Der Vergleich der Klassifikationsergebnisse (siehe Tabelle 4-44) mit der proportionalen Zufallswahrscheinlichkeit (siehe Anhang Tabelle 7-38) zeigte, dass die Klassifikationsergebnisse (Schritt 5 = 77.40%) > 54.70% sind, dies entspricht einer guten Anpassung.

Des Weiteren ist das Ergebnis des Press's Q-Tests = 79.28 und somit weit > 3.84 (tabellierter  $X^2$ -Wert; Irrtumswahrscheinlichkeit 5%), d. h. die Klassifikationsergebnisse unterscheiden sich signifikant von einer zufälligen Zuordnung.

Tabelle 4-44: FPS-F – Klassifizierungstabelle<sup>a</sup>

|                   |           |   | Vorhergesagt |     |                 |
|-------------------|-----------|---|--------------|-----|-----------------|
|                   |           |   | Pass_Fail    |     | Prozentsatz der |
| Beobachtet        |           |   | 0            | 1   | Richtigen       |
| Schritt 1         | Pass_Fail | 0 | 73           | 47  | 60,8            |
|                   |           | 1 | 25           | 120 | 82,8            |
| Gesamtprozentsatz |           |   |              |     | 72,8            |
| Schritt 2         | Pass_Fail | 0 | 75           | 45  | 62,5            |
|                   |           | 1 | 21           | 124 | 85,5            |
| Gesamtprozentsatz |           |   |              |     | 75,1            |
| Schritt 3         | Pass_Fail | 0 | 80           | 40  | 66,7            |
|                   |           | 1 | 23           | 122 | 84,1            |
| Gesamtprozentsatz |           |   |              |     | 76,2            |
| Schritt 4         | Pass_Fail | 0 | 83           | 37  | 69,2            |
|                   |           | 1 | 22           | 123 | 84,8            |
| Gesamtprozentsatz |           |   |              |     | 77,7            |
| Schritt 5         | Pass_Fail | 0 | 83           | 37  | 69,2            |
|                   |           | 1 | 23           | 122 | 84,1            |
| Gesamtprozentsatz |           |   |              |     | 77,4            |

a. Der Trennwert lautet ,500

Laut Wald-Statistik haben die Variablen PMTABW (PMT – Abweichung bis 1.Treffer Modul A), SMT-Faktor 3 (SMT- Psychomotorik linke Hand), PTV (Praktisch-Technisches-Verständnis), ICA-Faktor 5 (Kognition) und INFAT-INCOM in der Regressionsgleichung (siehe Tabelle 4-45, Schritt 5; Tabelle 7-39) einen signifikanten Einfluss auf die Trennung der Gruppen.

Tabelle 4-45: FPS-F – Variablen in der Gleichung

|                |              | Regressions-<br>koeffizientB | SD    | Wald   | df | Sig. | Exp(B) | 95% Konfidenzintervall<br>für EXP(B) |                |
|----------------|--------------|------------------------------|-------|--------|----|------|--------|--------------------------------------|----------------|
|                |              |                              |       |        |    |      |        | Unterer<br>Wert                      | Oberer<br>Wert |
| Schritt        | PMTABW       | -,099                        | ,014  | 48,681 | 1  | ,000 | ,906   | ,881                                 | ,931           |
| 1 <sup>a</sup> | Konstante    | 2,732                        | ,379  | 52,055 | 1  | ,000 | 15,371 |                                      |                |
| Schritt        | PMTABW       | -,105                        | ,015  | 49,521 | 1  | ,000 | ,901   | ,875                                 | ,927           |
| 2 <sup>b</sup> | ICA-Faktor 5 | ,481                         | ,156  | 9,502  | 1  | ,002 | 1,618  | 1,192                                | 2,197          |
|                | Konstante    | 2,715                        | ,388  | 48,994 | 1  | ,000 | 15,105 |                                      |                |
| Schritt        | PMTABW       | -,104                        | ,015  | 48,813 | 1  | ,000 | ,901   | ,875                                 | ,928           |
| 3 <sup>c</sup> | PTV          | ,055                         | ,026  | 4,331  | 1  | ,037 | 1,056  | 1,003                                | 1,112          |
|                | ICA-Faktor 5 | ,420                         | ,160  | 6,943  | 1  | ,008 | 1,522  | 1,114                                | 2,081          |
|                | Konstante    | 1,146                        | ,825  | 1,931  | 1  | ,165 | 3,147  |                                      |                |
| Schritt        | PMTABW       | -,103                        | ,015  | 47,079 | 1  | ,000 | ,902   | ,876                                 | ,929           |
| 4 <sup>d</sup> | PTV          | ,060                         | ,027  | 5,063  | 1  | ,024 | 1,062  | 1,008                                | 1,119          |
|                | SMT-Faktor 3 | ,319                         | ,155  | 4,209  | 1  | ,040 | 1,376  | 1,014                                | 1,866          |
|                | ICA-Faktor 5 | ,436                         | ,163  | 7,177  | 1  | ,007 | 1,547  | 1,124                                | 2,129          |
|                | Konstante    | ,865                         | ,842  | 1,056  | 1  | ,304 | 2,375  |                                      |                |
| Schritt        | INFAT_INCOM  | ,069                         | ,035  | 3,840  | 1  | ,050 | 1,071  | 1,000                                | 1,147          |
| 5 <sup>e</sup> | PMTABW       | -,098                        | ,015  | 41,993 | 1  | ,000 | ,907   | ,880                                 | ,934           |
|                | PTV          | ,064                         | ,027  | 5,656  | 1  | ,017 | 1,066  | 1,011                                | 1,124          |
|                | SMT-Faktor 3 | ,337                         | ,158  | 4,583  | 1  | ,032 | 1,401  | 1,029                                | 1,909          |
|                | ICA-Faktor 5 | ,267                         | ,182  | 2,144  | 1  | ,143 | 1,306  | ,914                                 | 1,866          |
|                | Konstante    | -1,468                       | 1,451 | 1,024  | 1  | ,312 | ,230   |                                      |                |

a. In Schritt 1 eingegebene Variable: PMTABW. b. In Schritt 2 eingegebene Variable: ICA5. c. In Schritt 3 eingegebene Variable: PTV. d. In Schritt 4 eingegebene Variable: SMT3. e. In Schritt 5 eingegebene Variable: INFAT-INCOM.

Aufgrund dieser Ergebnisse konnte eine logistische Regressionsgleichung aufgestellt werden, die (in 77,4% der Fälle) eine korrekte Zuordnung in die Gruppen Pass (FPS-F bestanden) und Fail (FPS-F abgelöst) ermöglicht. Die logistische Regressionsgleichung für die Vorhersage der Leistung in FPS-F lautet:

$$Pk(y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-z_{FPS-F}}}$$

mit:  $z_{FPS-F} = -1,468 + 0,069 \times INFAT\_INCOM - 0,098 \times PMTABW + 0,064 \times PTV +$

$$0,337 \times SMTFaktor\ 3 + 0,267 \times ICAFaktor5$$

## 5 Diskussion

In den folgenden Abschnitten werden zunächst die drei explorativen Fragestellungen (H1-3) hinsichtlich der Analyseergebnisse der Faktorenstruktur des ICA 90 II Testsystems diskutiert. Anschließend werden einerseits die Fragestellungen zur prädiktiven Validität der CAT-Subtests bzgl. des ICA 90 II Testsystems (H4) sowie andererseits zur prädiktiven Validität der CAT-Subtests und des ICA 90 II Testsystems bzgl. Phase III getrennt für FPS-H und FPS-F (H5-12) anhand der vorliegenden Analyseergebnisse diskutiert.

### 5.1 Explorative Fragestellungen zur Faktorenstruktur des ICA 90 II

Um die drei explorativen Fragestellungen (H1-H3, siehe Kapitel 2) anhand stabiler abgesicherter Analyseergebnisse beantworten zu können, wurde, wie in den Kapiteln 3.5 bzw. 4.1 beschrieben, zunächst die Gesamtstichprobe geteilt, anschließend wurden die Hauptachsen-Faktorenanalysen (PAF) an der 1. Stichprobe durchgeführt und anhand der 2. Stichprobe Kreuzvalidiert. Die Ergebnisse der Analysen für die einzelnen Subtests des ICA 90 II Testsystems sowie des gesamten ICA 90 II Testsystems werden im Folgenden anhand der Fragestellungen H1-H3 diskutiert und bewertet.

Die PAF des PMT ergab eine eindeutige 1-Faktorlösung mit einer hohen Varianzaufklärung für die fünf einbezogenen Messkategorien (siehe Tabelle 4-3 und Tabelle 4-7). Aufgrund dieses Ergebnisses kann einerseits von einem homogenen psychomotorischen Test gesprochen werden. Betrachtet man andererseits die einbezogenen Messkategorien, so deutet dieses Ergebnis gleichzeitig auch auf eine mögliche Testzeitverkürzung des PMT hin, da die Messkategorien des Modulblocks A vergleichbare Kommunalitäten und Faktorladungen wie die der Modulblöcke B und C aufweisen (siehe Tabelle 4-4 und Tabelle 4-8) und die Reliabilität der drei Modulblöcke (siehe Tabelle 3-4) zudem sehr hoch ist. Insofern scheint aufgrund der momentanen Datenlage bei einer potentiellen Systemanpassung zunächst eine Testverkürzung um Modul Block B sinnvoll bzw. möglich. Da die Nebenaufgabe in Modulblock C zurzeit noch einen sehr starken Deckeneffekt aufweist und daher nicht in die Analyse einbezogen wurde (siehe 3.3.1), sollte in einer weiteren Evaluation zunächst geklärt werden, welche Auswirkungen eine veränderte Nebenaufgabe auf die Leistung in Modulblock C haben wird und ob die Bearbeitungsleistung der Nebenaufgabe

incrementelle Validität erzeugen kann, um eine abschließende Entscheidung hinsichtlich des Modulblockes C treffen zu können.

Im Übrigen bestätigen die Ergebnisse bezüglich der Testlänge des PMT die Ergebnisse der größtenteils vergleichbaren Evaluation der Vorläuferversion des PMT im ICA 90 von Häcker & Bulheller (2005) - im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit wurden auf Grundlage von 12 Messkategorien des PMT vier Faktoren extrahiert – denn auch hier zeigten sich über den Testverlauf hinweg keine Validitätszugewinne. Insofern wird die vorgeschlagene Testzeitverkürzung des PMT von Häcker & Bulheller durch die vorliegende Arbeit bestätigt, da die Testlänge des PMT auch in seiner neu überarbeiteten Version des ICA 90 II bis zum jetzigen Zeitpunkt zu lang bemessen ist. Die Ergebnisse beider Studien belegen, dass Übungseffekte im Testverlauf des PMT offenbar zu keiner substantiellen Veränderung der intraindividuellen Leistungen führen und somit auch keine zusätzliche Informationen bzw. keine incrementelle Validität liefern können.

Für die 21 in die Analyse einbezogenen Messkategorien des SMT ergab sich eine eindeutige und stabile 3-Faktorenlösung mit hoher Varianzaufklärung (siehe Tabelle 4-11 und Tabelle 4-15). Es handelt sich hierbei um drei psychomotorische nach Steuerelementen bzw. Extremitäten (Steuerknüppel/rechte Hand, Ruder/Füße, Schubregler/linke Hand) ausdifferenzierte Faktoren und entspricht insofern der Faktorenlösung der Referenzstudie von Häcker & Bulheller (2005). Die für den ICA 90 II neuentwickelten Messkategorien der Mehrfachtreffer zeigen, wie an der 3-Faktorenlösung (siehe Tabelle 4-12 und Tabelle 4-16) erkennbar, keinen zusätzlichen Informationsgewinn. Desweiteren legen die Ergebnisse ob der momentanen Datenlage, analog zum PMT, eine Testzeitverkürzung des SMT nahe, da sich zum einen die Kommunalitäten und Faktorladungen der Messkategorien über den Testverlauf nicht substantiell verändern (siehe Tabelle 4-12 und Tabelle 4-16) und zum anderen auch die Reliabilitäten der einbezogenen Messkategorien des SMT (siehe Tabelle 3-5) als sehr hoch zu bezeichnen sind.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen des PMT und SMT zeigt die aufgefundene 4-Faktorenstruktur (Scree test) bzw. 13-Faktorenstruktur (Kaiser-Guttman Kriterium) der einbezogenen Messkategorien des ICT, trotz sehr guter Passung der Daten für die Faktorenanalyse (siehe KMO- und Bartlett-Test: Tabelle 4-19, Tabelle 4-24), eine unbefriedigende Varianzaufklärung (siehe Tabelle 4-25 und Tabelle 4-21). Ange-

sichts der Ergebnisse der Faktorenanalysen für die 1. und 2. Teilstichprobe muss zudem von einer instabilen Faktorenlösung gesprochen werden, da sich die Haupt- und Nebenladungsmuster aus der 1. Teilstichprobe anhand der 2. Teilstichprobe nicht replizieren lassen (siehe Tabelle 4-21 und Tabelle 4-26). Die Anzahl der schwachen extrahierten Faktoren sowie die Haupt- und Nebenladungsmuster weisen auf eine fehlende Konsistenz der Faktorenstruktur hin und legen eine Überarbeitung des ICT nahe.

In die Faktorenanalyse des gesamten ICA 90 II Testsystems wurden neben den Messkategorien des PMT und SMT zusätzlich die Messkategorien des INFAT-CACCULATION und INFAT-INCOM einbezogen, während die Messkategorien des ICT aufgrund der bereits berichteten Inkonsistenz nicht berücksichtigt wurden. Die eindeutige und stabile 5-Faktorenlösung des ICA 90 II mit guter Varianzaufklärung (siehe Tabelle 4-29 und Tabelle 4-33) bestätigt nochmals die Faktorenlösungen des PMT und des SMT und zeigt mit dem 2. Faktor zugleich die rechte Hand-Auge-Koordination als Gemeinsamkeit von PMT und SMT auf. Darüber hinaus werden die Ergebnisse bzgl. einer möglichen Testzeitverkürzung von PMT sowie SMT auch durch die Faktorenanalyse des gesamten Testsystems ICA90 II bekräftigt. Desweiteren zeigt sich ein eindeutiger Kognitions-Faktor, der von den vier psychomotorischen Faktoren unabhängig ist (siehe Tabelle 4-30 und Tabelle 4-34). Dieses Ergebnis wiederum bestätigt die Intention der Testentwickler, mit dem INFAT einen von der Psychomotorik unabhängigen Test zu entwickeln, der kognitive Fähig- bzw. Fertigkeiten überprüft.

Auf Grundlage der aufgefundenen Faktorenstruktur scheint es somit möglich, die Beurteilung der Bewerberleistungen in Phase II zu vereinfachen und damit zu ökonomisieren, d. h. die zutage getretene Möglichkeit sowohl PMT als auch SMT zu verkürzen, kann die Testzeit der beiden Tests vermutlich halbieren ohne die Vorhersagefähigkeit der Tests hierbei wesentlich zu schmälern (siehe hierzu auch die Ausführungen zur prädiktiven Validität unten).

## **5.2 Prädiktive Validität der CAT-Subtests und des ICA 90 II**

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse zur Fragestellung H4 behandelt. Anschließend werden die Fragestellungen H5-H12 zusammenfassend für FPS-H bzw. FPS-F diskutiert.

### **5.2.1 Prädiktive Validität der CAT-Subtests bzgl. ICA 90 II**

Um die Vorhersage der einzelnen CAT-Subtests bezüglich des ICA 90 II Testsystems zu bestimmen, wurden Korrelationskoeffizienten berechnet (siehe Tabelle 4-35). Hierbei zeigt sich, dass Tests zur allgemeinen Intelligenz (Verbale Analogien, Matrizen test) und Rechenfertigkeit keine bzw. nur eine sehr geringe Vorhersagefähigkeit bzgl. der psychomotorischen Maße des ICA 90 II besitzen. Zudem zeigt der Test zur allgemeinen verbalen Intelligenz insgesamt keine Zusammenhänge zu den Maßen des ICA 90 II. Hingegen ergeben sich für den Matrizen test (MAZ20) geringe bis mittlere Zusammenhänge mit den flugspezifischen kognitiven Subtests des ICA 90 II, während die allgemeinen Rechentests mittlere (INFAT-INCOM) bis hohe (INFAT-CALC) Zusammenhänge mit den flugspezifischen kognitiven Subtests des ICA 90 II aufweisen. Sowohl WFT als auch PTV weisen geringe bis mittlere Zusammenhänge mit den psychomotorischen, und mittlere Zusammenhänge mit den kognitiven Messkategorien und Faktoren des ICA 90 II auf.

Die sehr geringen Zusammenhänge zwischen allgemeiner Intelligenz und Psychomotorik bestätigen einerseits eindrucksvoll die Komplementarität dieser beiden Fähigkeitsbereiche, die seit Beginn der militärischen Flugeignungsdiagnostik weltweit dazu beigetragen hat, bis heute beide Fähigkeitsbereiche zur Flugeignungsdiagnose zu nutzen (z. B. Carretta, 2011; Dockeray & Isaacs, 1921; Gerathewohl, 1987). Andererseits belegen die Zusammenhänge der allgemeinen Intelligenz- (MAZ20) und Rechenfertigungsmaße (RT) sowie der Maße zu allgemeiner Raumorientierungsfähigkeit (WFT) und Praktisch-Technischem-Verständnis (PTV) bzgl. der flugspezifischen kognitiven Maße INFAT-CALC und INFAT-INCOM die Ergebnisse von Martinussen & Torjussen (1998), nach denen zur erfolgreichen Bewältigung der flugspezifischen kognitiven Maße unter anderem allgemeine kognitive Fähig- und Fertigkeiten benötigt werden. Desweiteren bestätigen die aufgefundenen Zusammenhänge des WFT mit psychomotorischen Maßen die bereits von Kirsch (1961) berichtete Vorhersagefähigkeit des WFT bzgl. Linktrainer-Leistungen während der Ausbildung

zum Piloten in der zivilen Luftfahrt. Insgesamt entsprechen die Ergebnisse der Konzeption des sequentiellen Auswahlprozesses der Bundeswehr, als sie das Ziel verfolgt, unterschiedliche und komplementäre, für das Führen eines Flugzeuges als wichtig angenommene allgemeine und spezifische Fähigkeiten im Auswahlprozess zu testen, um somit die größtmögliche Gewissheit über die multiple Befähigung des Bewerbers zu erlangen.

### **5.2.2 Prädiktive Validität der CAT-Subtests und des ICA 90 II bzgl. FPS-H**

Um die prädiktive Validität der CAT-Subtests und des ICA 90 II Testsystems bzgl. Phase III FPS-H und FPS-F zu bestimmen, wurden Korrelationskoeffizienten berechnet und weiterführend Regressionsanalysen durchgeführt. Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse zu den Fragestellungen 5-12 zusammenfassend für FPS-H behandelt.

Betrachtet man die Validitätskoeffizienten (siehe H5-8) aus Tabelle 4-36 so ergibt sich, dass die allgemeinen verbalen Intelligenz- und Rechenfertigungsmaße sowie das technische Verständnismaß des CAT (VA, RT, PTV) keine Vorhersagekraft bzgl. der Gesamteinstufung bzw. dem Pass/Fail Kriterium des FPS-H besitzen, während allgemeine figurale Intelligenz und Raumorientierungsfähigkeit (WFT) moderate Validitätskoeffizienten aufweisen. Entsprechend besitzen auch die flugspezifische Rechenfertigkeit (INFAT-CALC) und der Kognitions-Faktor des ICA 90 II keine Vorhersagekraft, während der Test zur flugspezifischen Informationsverarbeitung (INFAT-INCOM) einen moderaten Validitätskoeffizienten aufweist. Die psychomotorischen Maße des PMT und SMT weisen ebenfalls moderate bis mittlere Validitätskoeffizienten bzgl. der Gesamteinstufung bzw. dem Pass/Fail Kriterium des FPS-H auf, im Unterschied zu den kognitiven zeigen die beiden psychomotorischen Maße jedoch mittlere (SMT) bis sehr hohe Validitätskoeffizienten bzgl. der Gesamtbewertungen der ersten beiden Missionen (Eingewöhnung, Patternflug). Die bedeutend komplexeren SAR-Missionen können anhand der CAT- und ICA 90 II-Daten kaum prognostiziert werden. Insofern scheinen psychomotorische Maße kognitiven und allgemeinen Intelligenzmaßen in der Vorhersage zunächst kaum oder nur leicht überlegen, dies entspricht den aus der Literatur bekannten Ergebnissen von z. B. Carretta, 1989; Carretta & Ree, 1993; Burke, Hobson, & Linsky, 1997.

Gleichwohl belegt das Ergebnis der weiterführenden schrittweisen logistischen Regressionsanalysen (siehe Tabelle 4-38, Tabelle 4-39, Tabelle 4-40, Tabelle 7-36, Tabelle 7-37) die Überlegenheit der psychomotorischen Maße (aller Extremitäten bzw. Steuerelemente) in der Vorhersage des Pass/Fail Kriteriums des FPS-H. Die Messkategorie PMTC (PMT - Summe der Treffer Modul C), die Messkategorie SMT-Ruder (SMT-Ruder - Summe der Treffer Modul 15-17) und der ICA-Faktor 3 (Psychomotorik linke Hand) liefern als psychomotorische Variablen den höchsten Beitrag zur Vorhersage. Darüber hinaus liefert auch der kognitive Test zur Raumorientierungsfähigkeit WFT inkrementelle Validität. Dies zeigt zum einen, dass der in dieser Arbeit extrahierte ICA-Faktor „linke-Hand-Auge-Koordination“ den entsprechenden Messkategorien des SMT in der Vorhersage überlegen ist, während die übrigen extrahierten Faktoren im Vergleich zu den Messkategorien keine Überlegenheit hinsichtlich Ihrer prognostischen Validität bzgl. FPS-H besitzen. Zum anderen liefern die übrigen in die Analyse einbezogenen CAT Subtests sowie die Messkategorien bzw. Faktoren des ICA 90 II kein weiteres Inkrement.

Insoweit belegen die Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse (siehe H9-11), dass psychomotorische Maße kognitiven und allgemeinen Intelligenzmaßen sowie kognitive Maße allgemeinen Intelligenzmaßen in der Vorhersage bzgl. des Pass/Fail Kriteriums des FPS-H überlegen sind. Anhand der aufgestellten Regressionsgleichung wird einerseits ersichtlich, dass die Fähigkeitsbereichskombination Psychomotorik und Kognition die beste Vorhersage für FPS-H liefert (siehe H12), andererseits liefert sie einen akzeptablen, psychometrisch bzw. statistisch abgesicherten, Gesamtscore zur Unterstützung der Vorhersage der Bewerberleistungen in Phase III / FPS-H. Die vergleichsweise schwachen prognostischen Ergebnisse bzgl. FPS-H entsprechen in ihrer Ausprägung einerseits den bisherigen Evaluationsuntersuchungen der Bundeswehr andererseits bestätigen sie in ihrer Richtung (Psychomotorik > Kognition) die Ergebnisse der von (Häcker & Bulheller, 2005) durchgeführten Evaluation des ICA 90 bzgl. des FPS-F.

### 5.2.3 Prädiktive Validität der CAT-Subtests und des ICA 90 II bzgl. FPS-F

Um die prädiktive Validität der CAT-Subtests und des ICA 90 II Testsystems bzgl. Phase III FPS-F zu bestimmen, wurden ebenfalls Korrelationskoeffizienten berechnet und weiterführend Regressionsanalysen durchgeführt.

Betrachtet man zunächst die ermittelten Validitätskoeffizienten (siehe H5-8) der Tabelle 4-41 wird ersichtlich, dass die allgemeinen Intelligenz- und Rechenfertigungsmaße des CAT (VA, MAZ 20, RT) sowie die flugspezifische Rechenfertigkeit (INFAT-CALC) des ICA 90 II keine Vorhersagekraft bzgl. der Gesamteinstufung bzw. dem Pass/Fail Kriterium des FPS-F besitzen, während Maße zur Raumorientierungsfähigkeit (WFT) und des Praktisch-Technischen-Verständnisses (PTV) des CAT sowie der Test zur flugspezifischen Informationsverarbeitung (INFAT-INCOM) und der Kognitionsfaktor des ICA 90 II geringe bis mittlere Vorhersagekraft aufweisen. Für die psychomotorischen Maße des PMT und SMT ergeben sich hinsichtlich ihrer Vorhersagekraft starke Unterschiede. So sind für die Messkategorien des SMT keine Zusammenhänge mit den Aussenkriterien erkennbar, während die beiden extrahierten SMT-Faktoren für Hand-Auge-Koordination schwache bis moderate Validitätskoeffizienten aufweisen. Im Gegensatz hierzu zeigen sich für alle PMT-Messkategorien und Faktoren hohe bis sehr hohe Validitätskoeffizienten mit der Gesamteinstufung bzw. dem Pass/Fail Kriterium des FPS-F. Ferner zeigen sich besonders hohe Korrelationen des PMT mit Mission 3, die Jagdflieger im Luftkampf simuliert und somit hauptsächlich Stickhandling erfordert, während sich bzgl. Mission 4, die einen Aufklärungsflug simuliert, moderate Korrelationskoeffizienten zeigen, die dem Niveau der kognitiven Maße entsprechen.

Das Ergebnis der weiterführenden schrittweisen logistischen Regressionsanalysen (siehe Tabelle 4-43, Tabelle 4-44, Tabelle 4-45, Tabelle 7-38, Tabelle 7-39) bekräftigt einerseits die Dominanz der psychomotorischen Maße (rechte und linke Hand-Auge-Koordination) insbesondere des PMT, andererseits belegt es die inkrementelle Validität der kognitiven Maße. Es zeigt sich, dass die Messkategorie PMTABW (PMT-Summe der Abweichungen bis zum 1.Treffer Modul A) die höchste Vorhersagekraft bzgl. des Pass/Fail Kriteriums des FPS-F besitzt. Darüber hinaus weisen der ICA-Faktor 5 (Kognition), INFAT-INCOM, PTV sowie der SMT-Faktor 3 (SMT - Linke Hand-Auge-Koordination) inkrementelle Validität über den PMT hinaus auf. Dies dokumentiert zudem einerseits, dass der extrahierte SMT-Faktor „linke-Hand-Auge-

Koordination“ den entsprechenden Messkategorien des SMT in der Vorhersage überlegen ist und andererseits, dass der ICA-Faktor „Kognition“, der auf INFAT-CALC und INFAT-INCOM beruht, ein weiteres Inkrement über den INFAT-INCOM hinaus aufweist. Die übrigen in die Analyse einbezogenen CAT Subtests sowie die Messkategorien bzw. Faktoren des ICA 90 II liefern kein weiteres Inkrement.

Insofern belegen die Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse (siehe H9-11), dass psychomotorische Maße kognitiven und allgemeinen Intelligenzmaßen sowie kognitive Maße allgemeinen Intelligenzmaßen in der Vorhersage bzgl. des Pass/Fail Kriteriums des FPS-F weit überlegen sind. Anhand der aufgestellten Regressionsgleichung wird einerseits ersichtlich, dass die Fähigkeitsbereichskombination Psychomotorik und Kognition die beste Vorhersage für FPS-F liefert (siehe H12), andererseits liefert sie einen guten, psychometrisch bzw. statistisch abgesicherten, Gesamtscore zur Unterstützung der Vorhersage der Bewerberleistungen in Phase III / FPS-F.

Die schwache Vorhersagekraft des SMT im Vergleich zur Referenzstudie von Häcker & Bulheller (2005) verwundert dennoch, da sich sowohl Testaufgaben als auch Auswertung gegenüber der Vorgängerversion des SMT im ICA 90 nicht verändert haben. Grund hierfür sind vermutlich die zusätzlich eingeführten Übungsrunden, die eine Gewöhnung an die Steuerelemente gewährleisten sollen, aber offenbar hierdurch die prognostische Validität des SMT schwächen. Daneben stehen die Ergebnisse in Ausprägung und Richtung in Übereinstimmung mit der Referenzstudie von Häcker und Bulheller (2005), jedoch übertreffen sowohl PMT als auch INFAT-INCOM die Vorhersage ihrer jeweiligen Pendanten der Vorgängerversion.

### 5.3 Abschließende Bewertung und Ausblick

Die Weiterentwicklung des Testsystems ICA 90 II durch die CAE Elektronik GmbH, die Abteilung Flugpsychologie des FMI und die Bergische Universität Wuppertal beruhte auf der Voraussetzung, dass zum einen die Evaluationsergebnisse des ICA 90 (Häcker & Bulheller, 2005) Berücksichtigung finden, und zum anderen die Tests in ihrer „psychotypischen“ Struktur (Aufgabenäquivalenz) bewahrt werden sollten, um die Vergleichbarkeit von ICA 90 und ICA 90 II zu gewährleisten. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sind dementsprechend einerseits innerhalb dieser Rahmenbedingungen und andererseits unter Berücksichtigung der Darbietungsreihenfolge der Subtests des Testgerätes ICA 90 II zu bewerten. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, im Sinne der Qualitätsstandards des psychologischen Testens (Häcker, Leutner, & Amelang, 1998; Kersting, Häcker, & Hornke, 2011), die Weiterentwicklung des Testsystems ICA 90 II einerseits hinsichtlich seiner Faktorenstruktur zu analysieren und andererseits seine Einbettung in die sequentielle fliegerische Eignungsfeststellung der Bundeswehr sowie seine prädiktive Validität in Bezug auf Phase III der fliegerischen Eignungsfeststellung zu überprüfen.

Die Ergebnisse der Faktorenanalysen der Subtests SMT und PMT sowie des gesamten Testsystems ICA 90 II belegen eine hohe stichprobenunabhängige Stabilität und Varianzaufklärung der Faktorenlösungen. Zudem dokumentiert die Fünf-Faktorenlösung des ICA 90 II eine klare Trennung zwischen den kognitiven und psychomotorischen Subtests des ICA 90 II. Die instabilen Faktorenlösungen des ICT hingegen legen dessen Überarbeitung nahe. Die Ergebnisse der Korrelations- und Regressionsanalysen belegen eine akzeptable bzw. gute Vorhersagefähigkeit des ICA 90 II Testsystems bzgl. FPS-H bzw. FPS-F. Hierbei sind die psychomotorischen Maße des PMT und SMT den kognitiven Maßen des INFAT-INCOM und INFAT-CALC überlegen. Die vorliegenden Ergebnisse der Regressionsanalysen sollten jedoch zur Absicherung anhand einer Kontrollstichprobe kreuzvalidiert werden. Desweiteren weisen die Ergebnisse auch auf Verbesserungsmöglichkeiten hin, die es ermöglichen können, die Vorhersage auf Phase III / FPS-H und FPS-F sowie den Flugausbildungserfolg zukünftig zu erhöhen. Insofern lassen eine Überarbeitung des ICT, eine Neukonzeption der Zusatzaufgabe des PMT (wie von Seitz im März 2010 vorgeschlagen) sowie der Einsatz des bereits beinahe fertiggestellten Subtests INFAT-ROUTE zur Prüfung von Gedächtnisleistung, räumlicher Orientierung und

Situation Awareness eine Steigerung der prädiktiven Validität des ICA 90 II vermuten. Zudem sollte überprüft werden, ob eine Verkürzung der Übungsaufgaben des SMT tatsächlich die prädiktive Validität des SMT erhöhen kann.

Die erzielten Ergebnisse entsprechen in Richtung und Ausprägung den Referenzuntersuchungen der Bundeswehr (Weber & Gress, 2001; Häcker & Bulheller, 2006) bei denen ebenfalls Phase III/Fläche als „intermediate criterium“ (Thorndike, 1949) genutzt wurde und belegen somit die geforderte Aufgabenäquivalenz (psychotypische Struktur) des ICA 90 II. Inwieweit die Dominanz psychomotorischer Variablen im Verlaufe des psychomotorischen Fertigkeitserwerbes während der Flugausbildung erhalten bleiben, oder ob andere Fähig- bzw. Fertigkeitsbereiche eine bedeutendere Rolle im Ausbildungsverlauf zukommt, wird erst eine Folgeuntersuchung des „ultimate criterium“ (Thorndike, 1949) Ausbildungserfolg in Phase IV (IPT) bzw. Phase V (ENJJPT) belegen können. Dies wird frühestens in ca. 2-4 Jahren möglich, wenn die in die vorliegende Untersuchung einbezogenen Bewerber die Flugausbildung begonnen bzw. beendet haben werden. Gleichwohl legen die vorliegenden Referenzstudien der Bundeswehr als auch internationale Evaluationsstudien nahe, dass auch hier psychomotorische und kognitive Maße Meßwerten der allgemeinen Intelligenz überlegen sein werden (z. B. Kirsch, 1961; Hunter & Burke, 1994; Martinussen, 1996). Obwohl auf Grundlage der Evaluationsergebnisse der vorliegenden Arbeit (intermediate criterium) nur eingeschränkt Vergleiche mit Ergebnissen eignungsdiagnostischer Evaluationsuntersuchungen (ultimate criterium) gezogen werden können, deuten die Ergebnisse gleichwohl daraufhin, dass für den Beruf des Piloten mehrere distinkte Fähig- bzw. Fertigkeiten (Pawlik, 1968) benötigt werden, die nicht allein anhand eines Superfaktors (Vernon, 1961) menschlicher Fähigkeiten ausgedrückt werden können bzw. sollten.

Abschließend können die vorliegenden Ergebnisse der Faktoren-, Korrelations- und Regressionsanalysen als Beleg der Funktionalität und Leistungsfähigkeit des Testsystems ICA 90 II bewertet werden. Darüber hinaus liefern die Ergebnisse neue psychometrisch abgesicherte Kennwerte zur Bewerberbeurteilung in Phase II und können somit einen Beitrag zur Weiterentwicklung der Flugeignungsdiagnostik der Bundeswehr leisten.

## 6 Literaturverzeichnis

- Backhaus, K., Erichson, B., Plincke, W., & Weiber, R. (2011). *Multivariate Analysemethoden (13. Auflage)*. Berlin: Springer.
- Bartram, D., & Dale, H. (1991). Validation of the MICROPAT battery of Pilot Aptitude Tests. In P. L. Dann, S. H. Irvine, & J. M. Collis, *Advances in Computer-Based Human Assessment* (S. 149-169). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Braun, P., Wiegand, D., & Aschenbrenner, H. (1991). The assessment of complex skills and of personality characteristics in military services. In R. Gal, & A. D. Mangelsdorff, *Handbook of military psychology* (S. 37-61). New York: Wiley.
- Brown, W. R., Dohme, J. A., & Sanders, M. G. (1982). Changes in the U.S. Army aviator selection and training program. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 53(12), S. 1173-1176.
- Bühner, M. (2006). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion, 2. aktualisierte Auflage*. München: Pearson .
- Burke, E., Hobson, C., & Linsky, C. (1997). Large sample validations of three general predictors of pilot training success. *The International Journal of Aviation Psychology*, 7(3), S. 225-234.
- Campbell, D., & Fiske, D. W. (1959). Convergent and Discriminant Validation by the Multitrait-Multimethod Matrix. *Psychological Bulletin*, 103, S. 276-279.
- Carretta, T. R. (1989). USAF pilot selection and classification systems. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 60, S. 46-49.
- Carretta, T. R. (1992). Recent developments in U.S. Air Force pilot candidate selection and classification. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 63, S. 1112-1114.
- Carretta, T. R. (2000). U.S. Air Force pilot selection and training methods. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 71, S. 950-956.

- Carretta, T. R. (2011). Pilot Candidate Selection Method. *Aviation Psychology and Applied Human Factors*, 1(1), S. 3-8.
- Carretta, T. R., & Ree, M. (1994). Pilot Candidate Selection Method: Sources of validity. *International Journal of Aviation Psychology*, 4, S. 103-117.
- Carretta, T. R., & Ree, M. (2003). Pilot selection methods. In P. Tsang, & M. Vidulich, *Principles and Practice in Aviation* (S. 357-396). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Carretta, T. R., & Ree, M. J. (1993). Basic Attributes Test (BAT): Psychometric equating of a computer-based test. *International Journal of Aviation Psychology*, 3, S. 189-201.
- Cattell, R. B., & Vogelman, S. (1977). A comprehensive trail of the scree and KG-criteria for determining the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 12, S. 289-325.
- Curran, P. J., West, S. G., & Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*(1), S. 16-29.
- Damos, D. L. (1978). Residual attention as a predictor of pilot performance. *Human Factors*, 20, S. 435-440.
- Darr, W. (2009). A Psychometric Examination of the Canadian Automated Pilot Selection System (CAPSS). *Technical Memorandum DGMPRA TM 2009-024*. Canada: Director General Military Personnel Research & Analysis.
- Dockeray, F. C., & Isaacs, S. (1921). Psychological research in aviation in Italy, France, England and the American Expeditionary Forces. *The Journal of Comparative Psychology*, 1(2), S. 115-148.
- Efron, B., & Tibshirani, R. J. (1986). Bootstrap methods for standard errors, confidence intervals and other measures of statistical accuracy. *Statistical Science*, 1, S. 54-77.
- Fabrigar, L. R., Wegener, D. T., MacCallum, R. C., & Strahan, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological Methods*, 4(3), S. 272-299.

- Flik, G. (1988). Zur Geschichte der Wehrpsychologie I. *Untersuchungen des Psychologischen Dienstes der Bundeswehr*, 23, S. 196-208.
- Gaugler, B. B., & Thornton, G. C. (1989). Number of Assessment Center dimensions as a determinant of assessor accuracy. *Journal of Applied Psychology*, 74, S. 611-618.
- Gerathewohl, S. (1950). Psychological examinations for selection and training of fliers. In D. Air Force, *German Aviation Medicine World War II* (Bd. 2, S. 1027-1052). Washington, D.C.: Government Printing Office.
- Gerathewohl, S. (1987). *Leitfaden der militärischen Flugpsychologie*. München: Verlag für Wehrwissenschaften .
- Gopher, D. (1982). A selective attention test as a predictor of success in flight training. *Human Factors*, 24(2), S. 173-183.
- Gordon, H. W., & Leighty, R. (1988). Importance of specialized cognitive function in the selection of military pilots. *Journal of Applied Psychology*, 73(1), S. 38-45.
- Gress, W., & Willkomm, B. (1996). Simulator-based test systems as a measure to improve the prognostic value of aircrew selection. *Selection and Training Advances in Aviation: AGARD Conference Proceedings 588* (S. 15-1–15-4). Prague, Czech Republic: Advisory Group for Aerospace Research & Development.
- Griffin, G., & Koonce, J. (1996). Review of psychomotor skills in pilot selection research of the U.S. military services. *Int J Aviat Psychol.*, 6(2), S. 125-47.
- Gubser, F. (1969). Das Präzisions-Koordinationstest-Gerät PCA II und das Informationstest-Gerät ICA. In F. Gubser (Hrsg.), *Aviation Psychological Research W E W , Reports of the 8th Conference for Aviation Psychology*. Zürich: Swissair.
- Guilford, J. (1948). Factor analysis in a test-development program. *Psychological Review*, 55, S. 79-94.
- Guthke, J., & Wiedl, K. H. (1996). *Dynamisches Testen. Zur Psychodiagnostik der intraindividuellen Variabilität*. Göttingen: Hogrefe.

- Guttman, L. (1954). Some necessary conditions for common factor analysis. *Psychometrika*, 19, S. 149-161.
- Häcker, H., & Bulheller, S. (2005). *Weiterentwicklung der flugpsychologischen Basisdiagnostik - Untersuchungen zur prädiktiven Validität*. Forschungsbericht, Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe.
- Häcker, H., & Bulheller, S. (2006). Überprüfung der prädiktiven Validität von ICA-90: Reanalyse und Weiterentwicklung zur Verbesserung der Validität. *Untersuchungen des Psychologischen Dienstes der Bundeswehr*, 41, S. 9-124.
- Häcker, H., & Liebig, M. (2005). Metaanalytische Untersuchung zur prädiktiven Validität von Pilotenauswahlverfahren. *Untersuchungen des Psychologischen Dienstes der Bundeswehr*, 40, S. 9-38.
- Häcker, H., Leutner, D., & Amelang, M. (Hrsg.). (1998). Standards für pädagogisches und psychologisches Testen. *Supplement 1/1998 der Diagnostica und der Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*.
- Hair, J., Black, W., Babin, B. J., Anderson, R., & Tatham, R. (2006). *Multivariate Data Analysis*. Uppersaddle River, NJ: Pearson Education.
- Hansen, D., & Wolf, G. (2000). Aircrew selection in the German Air Force. *Modern Simulation & Training*, 5, S. 26-30.
- Hilton, F. T., & Dolgin, D. L. (1991). Pilot selection in the military of the free world. In R. Gal, & A. D. Mangelsdorff, *Handbook of Military Psychology* (S. 81-101). New York: Wiley.
- Hunter, D. R. (1989). Aviator Selection. In M. F. Wiskoff, & G. M. Rampton, *Military Personnel Measurement: testing, assignment, evaluation* (S. 129-167). New York: Praeger Publishers.
- Hunter, D. R., & Burke, E. F. (1987). Computer-based selection testing in the Royal Air Force. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 19(2), S. 243-245.

- Hunter, D. R., & Burke, E. F. (1994). Predicting aircraft pilot-training success: A meta-analysis of published research. *The International Journal of Aviation Psychology, 4*(4), S. 297-313.
- Hunter, D. R., & Burke, E. F. (1995). *Handbook of Pilot Selection*. Aldershot: Ashgate.
- Hunter, J. E., & Hunter, R. F. (1984). Validity and utility of alternative predictors of job performance. *Psychological Bulletin, 96*(1), S. 72-98.
- Kaiser, H. F. (1974). An Index of Factorial Simplicity. *Psychometrika, 39*, S. 31-36.
- Kaiser, H. F., & Dickman, K. (1959). Analytic determination of common factors. *American Psychologist, 14*, S. 425-430.
- Kersting, M., Häcker, H., & Hornke, L. (2011). Qualitätsstandards in der psychologischen Diagnostik. In L. F. Hornke, M. Amelang, & M. Kersting. (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich B, Serie II, Band 1* (S. 1-86). Göttingen: Hogrefe.
- Kirsch, H. (1961). Ergebnisse einer Bewährungskontrolle von quantitativen Verfahren für die Vorhersage der Fliegereignung. *Diagnostica, 7*, S. 117-123.
- Kornfeld, A. (1919). Eine experimentell-psychologische Tauglichkeitsprüfung zum Flugdienst. *Zeitschrift für angewandte Psychologie, 15*, S. 193-235.
- Lienert, G. A., & Raatz, U. (1994). *Testaufbau und Testanalyse*. Weinheim: Beltz.
- MacCallum, R., Widaman, K. F., Zhang, S., & Hong, S. (1999). Sample size in factor analysis. *Psychological Methods, 4*(1), S. 87-99.
- Martinussen, M. (1996). Psychological measures as predictors of pilot performance: A meta-analysis. *The International Journal of Aviation Psychology, 6*(1), S. 1-20.
- Martinussen, M., & Torjussen, T. (1998). Pilot selection in the Norwegian Air Force: A validation and meta-analysis of the test battery. *The International Journal of Aviation Psychology, 8*(1), S. 33-45.

- Martinussen, M., & Torjussen, T. (2004). Pilot selection in the Norwegian Air Force: From paper and pencil to computer-based assessment. *Paper presented at the 40th Applied Military Psychology Symposium*. Oslo.
- Mashburn, N. C. (1934). The complex coordinator as a performance test in the selection of military flying staff. *Journal of Aviation Medicine*, 5, S. 145-154.
- Mitze, W. (1989). Zur Geschichte der Wehrpsychologie 2. *Untersuchungen des Psychologischen Dienstes der Bundeswehr*, 24, S. 194-222.
- Mundform, D., Shaw, D., & Ke, T. (2005). Minimum sample size recommendations for conducting factor analysis. *International Journal of Testing*, 5(2), S. 159-168.
- Obermann, C. (2009). *Assessment Center – Entwicklung, Durchführung, Trends*. Wiesbaden: Gabler.
- Orlik, P. (1967). Das Dilemma der Faktorenanalyse - Zeichen einer Aufbaukrise in der modernen Psychologie. *Psychologische Beiträge*, 10, S. 87-98.
- Parry, J. (1947). The selection and classification of RAF aircrew. *Occupational Psychology*, 21, S. 158-167.
- Pawlik, K. (1968). *Dimesionen des Verhaltens*. Bern: Huber.
- Ponomarenko, V. A., Aleshin, S. V., & Zhdan`ko, I. M. (1996). Intellectual abilities and the efficiency of flight training. *Human Physiology*, 22(4), S. 466-469.
- Schmidt, F. L., & Hunter, J. E. (1998). The validity and utility of selection methods in personnel psychology: Practical and theoretical implications of 85 years of research findings. *Psychological Bulletin*, 124(2), S. 262-274.
- Signori, E. I. (1949). The Arnprior Experiment: A study of World War II pilot selection procedures in the RCAF and the RAF. *Canadian Journal of Psychology*, 3, S. 136-150.
- Spinner, B. (1991). Predicting success in primary flying school from the Canadian Automated Pilot Selection System: Development and cross-validation. *International Journal of Aviation Psychology*, 1, S. 160-180.

- Steyer, R., Partchev, I., Menz, S., & Seiß, K. (2001). *Die Anwendung von Multitrait-Multimethod Modellen in der Assessment-Center-Diagnostik der Bundeswehr. Bericht Nr. 2 zum Forschungsvorhaben InSanI – 1190 – V 9000.*
- Tabachnik, B. J., & Fidell, L. S. (2007). *Using Multivariate Statistics (5th ed.)*. Boston: Pearson.
- Thorndike, R. L. (1949). *Personnel selection, test and measurement methods*. New York: John Wiley & Sons.
- Tirre, W. C. (1997). Steps toward an improved pilot selection battery. In R. F. Dillon, *Handbook of Testing* (S. 220-255). Westport: Greenwood Press.
- Turnball, G. J. (1992). A review of military pilot selection. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 63, S. 825-830.
- Vernon, P. E. (1961). *The structure of human abilities*. London: Methuen.
- Weber, W., & Gress, A. (2001). *Langzeiterfolgskontrolle für den Fliegerischen Dienst (LEK)*. Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe – Abteilung VI – Flugpsychologie.
- Wildgrube, W. (1982). Computerized testing in the German Federal Armed Forces (FAF): empirical approaches. *Item Response Theory and Computerized Adaptive Testing Conference Proceedings*, (S. 353-359). Wayzata, MN.
- Woychesin, E. (2002). Validation of the Canadian Automated Pilot Selection System (CAPSS) against primary flying training results. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 34(2), S. 84-91.
- Yerkes, R. M. (1919). Report of the psychology committee of the National Research Council. *Psychological Review*, 26, S. 83-149.

## 7 Anhang

### 7.1 Multi-Trait-Multi-Method Analysen Phase III

Tabelle 7-1: MMTM-Matrix FPS-H Aufmerksamkeitsverteilung

| FPS-H Aufmerksamkeitsverteilung (AV)                      |                   |           |                   |           |        |           |                   |
|---|-------------------|-----------|-------------------|-----------|--------|-----------|-------------------|
| (N= 51; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |                   |           |                   |           |        |           |                   |
| Mission 1   |                   | Mission 2 |                   | Mission 3 |        | Mission 4 |                   |
| <b>Multi Method</b>                                       |                   |           |                   |           |        |           |                   |
| M1_AV   | -                 | M1_AV     | ,497**            | M1_AV     | ,377** | M1_AV     | ,293 <sup>†</sup> |
| M2_AV   | ,497**            | M2_AV     | -                 | M2_AV     | ,374** | M2_AV     | ,333 <sup>†</sup> |
| M3_AV   | ,377**            | M3_AV     | ,374**            | M3_AV     | -      | M3_AV     | ,611**            |
| M4_AV   | ,293 <sup>†</sup> | M4_AV     | ,333 <sup>†</sup> | M4_AV     | ,611** | M4_AV     | -                 |
| <b>Multi Trait</b>  |                   |           |                   |           |        |           |                   |
| M1_GES  | ,878**            | M2_GES    | ,877**            | M3_GES    | ,488** | M4_GES    | ,681**            |
| M1_HAN  | ,748**            | M2_HA     | ,749**            | M3_HAN    | ,437** | M4_HAN    | ,559**            |
| M1_BEL  | ,712**            | M2_BEL    | ,829**            | M3_BEL    | ,447** | M4_BEL    | ,571**            |
| M1_PsyMo  | ,816**            | M2_PsyMo  | ,723**            | M3_PsyMo  | ,587** | M4_PsyMo  | ,525**            |
| M1_ÜB   | ,816**            | M2_ÜB     | ,757**            |           |        | M4_ÜB     | ,655**            |
|   |                   | M2_rVor   | ,863**            | M3_rVor   | ,045   | M4_rVor   | ,476**            |
|   |                   | M2_U&Ü    | ,813**            | M3_U&Ü    | ,438** | M4_U&Ü    | ,612**            |
|   |                   |           |                   | M3_SELB   | ,476** | M4_SELB   | ,771**            |
|   |                   |           |                   | M3_EV     | ,412** | M4_EV     | ,669**            |
|   |                   |           |                   | M3_NAV    | ,440** | M4_NAV    | ,572**            |
|   |                   |           |                   | M3_MA     | ,632** | M4_MA     | ,735**            |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Handlungsentschiedenheit (HAN) Belastbarkeit (BEL), Psychomotorik (PsyMo) Übungsfortschritt (ÜB), räumliches Vorstellungsvermögen (rVor), Um- & Übersicht (U&Ü), Selbstbehauptung (SELB), Entscheidungsverhalten (EV), Navigation (NAV), Mehrfacharbeit (MA)

Tabelle 7-2: MMTM-Matrix FPS-H Belastbarkeit

**FPS-H Belastbarkeit**  
(N= 51; Spearman's Rho: \* < .05 sig., \*\* < .01 hoch sig.)

|                     | <b>Mission 1</b>   | <b>Mission 2</b>            | <b>Mission 3</b>            | <b>Mission 4</b>            |
|---------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>Multi Method</b> |                    |                             |                             |                             |
| M1_BEL              | -                  | M1_BEL ,277 <sup>*</sup>    | M1_BEL ,249                 | M1_BEL ,142                 |
| M2_BEL              | ,277 <sup>*</sup>  | M2_BEL -                    | M2_BEL ,463 <sup>**</sup>   | M2_BEL ,404 <sup>**</sup>   |
| M3_BEL              | ,249               | M3_BEL ,463 <sup>**</sup>   | M3_BEL -                    | M3_BEL ,477 <sup>**</sup>   |
| M4_BEL              | ,142               | M4_BEL ,404 <sup>**</sup>   | M4_BEL ,477 <sup>**</sup>   | M4_BEL -                    |
| <b>Multi Trait</b>  |                    |                             |                             |                             |
| M1_GES              | ,773 <sup>**</sup> | M2_GES ,825 <sup>**</sup>   | M3_GES ,656 <sup>**</sup>   | M4_GES ,780 <sup>**</sup>   |
| M1_AV               | ,712 <sup>**</sup> | M2_AV ,829 <sup>**</sup>    | M3_AV ,447 <sup>**</sup>    | M4_AV ,571 <sup>**</sup>    |
| M1_HAN              | ,704 <sup>**</sup> | M2_HAN ,726 <sup>**</sup>   | M3_HAN ,457 <sup>**</sup>   | M4_HAN ,564 <sup>**</sup>   |
| M1_PsyMo            | ,725 <sup>**</sup> | M2_PsyMo ,683 <sup>**</sup> | M3_PsyMo ,479 <sup>**</sup> | M4_PsyMo ,532 <sup>**</sup> |
| M1_ÜB               | ,703 <sup>**</sup> | M2_ÜB ,822 <sup>**</sup>    |                             | M4_ÜB ,684 <sup>**</sup>    |
|                     |                    | M2_r Vor ,878 <sup>**</sup> | M3_r Vor ,366 <sup>**</sup> | M4_r Vor ,430 <sup>**</sup> |
|                     |                    | M2_U&Ü ,724 <sup>**</sup>   | M3_U&Ü ,692 <sup>**</sup>   | M4_U&Ü ,591 <sup>**</sup>   |
|                     |                    |                             | M3_SELB ,456 <sup>**</sup>  | M4_SELB ,714 <sup>**</sup>  |
|                     |                    |                             | M3_EV ,568 <sup>**</sup>    | M4_EV ,714 <sup>**</sup>    |
|                     |                    |                             | M3_NAV ,446 <sup>**</sup>   | M4_NAV ,482 <sup>**</sup>   |
|                     |                    |                             | M3_MA ,468 <sup>**</sup>    | M4_MA ,716 <sup>**</sup>    |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Handlungsentschiedenheit (HAN) Belastbarkeit (BEL), Psychomotorik (PsyMo) Übungsfortschritt (ÜB), räumliches Vorstellungsvermögen (rVor), Um- & Übersicht (U&Ü), Selbstbehauptung (SELB), Entscheidungsverhalten (EV), Navigation (NAV), Mehrfacharbeit (MA)

Tabelle 7-3: MMTM-Matrix FPS-H Handlungsentschiedenheit

**FPS-H Handlungsentschiedenheit**  
(N= 51; Spearman's Rho: \* < .05 sig., \*\* < .01 hoch sig.)

|                     | Mission 1         | Mission 2       | Mission 3                 | Mission 4      |
|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------------|----------------|
| <b>Multi-Method</b> |                   |                 |                           |                |
| M1_HAN              | -                 | M1_HAN ,402**   | M1_HAN ,287 <sup>†</sup>  | M1_HAN ,111    |
| M2_HAN              | ,402**            | -               | M2_HAN ,494**             | M2_HAN ,267    |
| M3_HAN              | ,287 <sup>†</sup> | M3_HAN ,494**   | -                         | M3_HAN ,323*   |
| M4_HAN              | ,111              | M4_HAN ,267     | M4_HAN ,323 <sup>†</sup>  | -              |
| <b>Multi-Trait</b>  |                   |                 |                           |                |
| M1_GES              | ,830**            | M2_GES ,755**   | M3_GES ,568**             | M4_GES ,707**  |
| M1_AV               | ,748**            | M2_AV ,749**    | M3_AV ,437**              | M4_AV ,559**   |
| M1_BEL              | ,704**            | M2_BEL ,726**   | M3_BEL ,457**             | M4_BEL ,564**  |
| M1_PsyMo            | ,707**            | M2_PsyMo ,509** | M3_PsyMo ,569**           | M4_PsyMo ,337* |
| M1_ÜB               | ,785**            | M2_ÜB ,760**    |                           | M4_ÜB ,714**   |
|                     |                   | M2_rVor ,701**  | M3_rVor ,315 <sup>†</sup> | M4_rVor ,272   |
|                     |                   | M2_U&Ü ,679**   | M3_U&Ü ,507**             | M4_U&Ü ,596**  |
|                     |                   |                 | M3_SELB ,578**            | M4_SELB ,706** |
|                     |                   |                 | M3_EV ,612**              | M4_EV ,600**   |
|                     |                   |                 | M3_NAV ,275               | M4_NAV ,434**  |
|                     |                   |                 | M3_MA ,551**              | M4_MA ,605**   |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Handlungsentschiedenheit (HAN) Belastbarkeit (BEL), Psychomotorik (PsyMo) Übungsfortschritt (ÜB), räumliches Vorstellungsvermögen (rVor), Um- & Übersicht (U&Ü), Selbstbehauptung (SELB), Entscheidungsverhalten (EV), Navigation (NAV), Mehrfacharbeit (MA)

Tabelle 7-4: MMTM-Matrix FPS-H Psychomotorik

**FPS-H Psychomotorik**  
(N= 51; Spearman's Rho: \* < .05 sig., \*\* < .01 hoch sig.)

|                     | Mission 1 | Mission 2       | Mission 3       | Mission 4       |
|---------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Multi-Method</b> |           |                 |                 |                 |
| M1_PsyMo            | -         | M1_PsyMo ,421** | M1_PsyMo ,519** | M1_PsyMo ,464** |
| M2_PsyMo            | ,421**    | M2_PsyMo -      | M2_PsyMo ,521** | M2_PsyMo ,583** |
| M3_PsyMo            | ,519**    | M3_PsyMo ,521** | M3_PsyMo -      | M3_PsyMo ,568** |
| M4_PsyMo            | ,464**    | M4_PsyMo ,583** | M4_PsyMo ,568** | M4_PsyMo -      |
| <b>Multi-Trait</b>  |           |                 |                 |                 |
| M1_GES              | ,873**    | M2_GES ,763**   | M3_GES ,366**   | M4_GES ,430**   |
| M1_AV               | ,816**    | M2_AV ,723**    | M3_AV ,587**    | M4_AV ,525**    |
| M1_BEL              | ,725**    | M2_BEL ,683**   | M3_BEL ,479**   | M4_BEL ,532**   |
| M1_HAN              | ,707**    | M2_HAN ,509**   | M3_HAN ,569**   | M4_HAN ,337*    |
| M1_Übt              | ,817**    | M2_ÜB ,726**    |                 | M4_ÜB ,374**    |
|                     |           | M2_rVor ,755**  | M3_rVor ,180    | M4_rVor ,700**  |
|                     |           | M2_U&Ü ,638**   | M3_U&Ü ,366**   | M4_U&Ü ,293*    |
|                     |           |                 | M3_SELB ,534**  | M4_SELB ,558**  |
|                     |           |                 | M3_EV ,261      | M4_EV ,379**    |
|                     |           |                 | M3_NAV ,130     | M4_NAV ,186     |
|                     |           |                 | M3_MA ,584**    | M4_MA ,624**    |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Handlungsentschiedenheit (HAN) Belastbarkeit (BEL), Psychomotorik (PsyMo) Übungsfortschritt (ÜB), räumliches Vorstellungsvermögen (rVor), Um- & Übersicht (U&Ü), Selbstbehauptung (SELB), Entscheidungsverhalten (EV), Navigation (NAV), Mehrfacharbeit (MA)

Tabelle 7-5: MMTM-Matrix FPS-H Übungsfortschritt

| <b>FPS-H Übungsfortschritt</b>                            |        |                  |        |                  |        |
|---|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| (N= 51; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |        |                  |        |                  |        |
| <b>Mission 1</b>  |        | <b>Mission 2</b> |        | <b>Mission 4</b> |        |
| <b>Multi-Method</b>                                       |        |                  |        |                  |        |
| M1_ÜB   | -      | M1_ÜB            | ,413** | M1_ÜB            | ,162   |
| M2_ÜB   | ,413** | M2_ÜB            | -      | M2_ÜB            | ,245   |
| M4_ÜB   | ,162   | M4_ÜB            | ,245   | M4_ÜB            | -      |
| <b>Multi-Trait</b>  |        |                  |        |                  |        |
| M1_GES  | ,930** | M2_GES           | ,887** | M4_GES           | ,876** |
| M1_AV   | ,816** | M2_AV            | ,757** | M4_AV            | ,655** |
| M1_BEL  | ,703** | M2_BEL           | ,822** | M4_BEL           | ,684** |
| M1_HAN  | ,785** | M2_HAN           | ,760** | M4_HAN           | ,714** |
| M1_PsyMo  | ,817** | M2_PsyMo         | ,726** | M4_PsyMo         | ,374** |
|   |        | M2_rVor          | ,808** | M4_rVor          | ,322*  |
|   |        | M2_U&Ü           | ,697** | M4_Um&Ü          | ,843** |
|   |        |                  |        | M4_SELB          | ,837** |
|   |        |                  |        | M4_EV            | ,725** |
|   |        |                  |        | M4_NAV           | ,454** |
|   |        |                  |        | M4_MA            | ,680** |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Handlungsentschiedenheit (HAN) Belastbarkeit (BEL), Psychomotorik (PsyMo) Übungsfortschritt (ÜB), räumliches Vorstellungsvermögen (rVor), Um- & Übersicht (U&Ü), Selbstbehauptung (SELB), Entscheidungsverhalten (EV), Navigation (NAV), Mehrfacharbeit (MA)

Tabelle 7-6: MMTM-Matrix FPS-H Räumliches Vorstellungsvermögen

**FPS-H Räumliches Vorstellungsvermögen**  
(N= 51; Spearman's Rho: \* < .05 sig., \*\* < .01 hoch sig.)

|                     | Mission 2          |          | Mission 3          |          | Mission 4          |
|---------------------|--------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|
| <b>Multi-Method</b> |                    |          |                    |          |                    |
| M2_rVor             | -                  | M2_rVor  | ,222               | M2_rVor  | ,356 <sup>*</sup>  |
| M3_rVor             | ,222               | M3_rVor  | -                  | M3_rVor  | ,292 <sup>*</sup>  |
| M4_rVor             | ,356 <sup>*</sup>  | M4_rVor  | ,292 <sup>*</sup>  | M4_rVor  | -                  |
| <b>Multi-Trait</b>  |                    |          |                    |          |                    |
| M2_GES              | ,900 <sup>**</sup> | M3_GES   | ,392 <sup>**</sup> | M4_GES   | ,367 <sup>**</sup> |
| M2_AV               | ,863 <sup>**</sup> | M3_AV    | ,045               | M4_AV    | ,476 <sup>**</sup> |
| M2_BEL              | ,878 <sup>**</sup> | M3_BEL   | ,366 <sup>**</sup> | M4_BEL   | ,430 <sup>**</sup> |
| M2_HAN              | ,701 <sup>**</sup> | M3_HAN   | ,315 <sup>*</sup>  | M4_HAN   | ,272               |
| M2_PsyMo            | ,755 <sup>**</sup> | M3_PsyMo | ,180               | M4_PsyMo | ,700 <sup>**</sup> |
| M2_ÜB               | ,808 <sup>**</sup> |          |                    | M4_ÜB    | ,322 <sup>*</sup>  |
| M2_U&Ü              | ,804 <sup>**</sup> | M3_U&Ü   | ,395 <sup>**</sup> | M4_U&Ü   | ,160               |
|                     |                    | M3_SELB  | ,168               | M4_SELB  | ,464 <sup>**</sup> |
|                     |                    | M3_EV    | ,328 <sup>*</sup>  | M4_EV    | ,295 <sup>*</sup>  |
|                     |                    | M3_MA    | ,185               | M4_MA    | ,476 <sup>**</sup> |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Handlungsentschiedenheit (HAN) Belastbarkeit (BEL), Psychomotorik (PsyMo) Übungsfortschritt (ÜB), räumliches Vorstellungsvermögen (rVor), Um- & Übersicht (U&Ü), Selbstbehauptung (SELB), Entscheidungsverhalten (EV), Navigation (NAV), Mehrfacharbeit (MA)

Tabelle 7-7: MMTM-Matrix FPS-H Um- und Übersicht

| FPS-H Um- und Übersicht                                   |        |           |        |           |        |
|---|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| (N= 51; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |        |           |        |           |        |
| Mission 2   |        | Mission 3 |        | Mission 4 |        |
| <b>Multi-Method</b>                                       |        |           |        |           |        |
| M2_ U&Ü   | -      | M2_ U&Ü   | ,194   | M2_ U&Ü   | ,269   |
| M3_ U&Ü   | ,194   | M3_ U&Ü   | -      | M3_ U&Ü   | ,239   |
| M4_ U&Ü   | ,269   | M4_ U&Ü   | ,239   | M4_ U&Ü   | -      |
| <b>Multi-Trait</b>  |        |           |        |           |        |
| M2_GES  | ,840** | M3_GES    | ,822** | M4_GES    | ,815** |
| M2_AV   | ,813** | M3_AV     | ,438** | M4_AV     | ,612** |
| M2_BEL  | ,724** | M3_BEL    | ,692** | M4_BEL    | ,591** |
| M2_HAN  | ,679** | M3_HAN    | ,507** | M4_HAN    | ,596** |
| M2_PsyMo  | ,638** | M3_PsyMo  | ,366** | M4_PsyMo  | ,293*  |
| M2_ÜB   | ,697** |           |        | M4_ÜB     | ,843** |
| M2_rVor   | ,804** | M3_rVor   | ,395** | M4_rVor   | ,160   |
|   |        | M3_SELB   | ,497** | M4_SELB   | ,715** |
|   |        | M3_EV     | ,742** | M4_EV     | ,709** |
|   |        | M3_NAV    | ,431** | M4_NAV    | ,405** |
|   |        | M3_MA     | ,475** | M4_MA     | ,644** |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Handlungsentschiedenheit (HAN) Belastbarkeit (BEL), Psychomotorik (PsyMo) Übungsfortschritt (ÜB), räumliches Vorstellungsvermögen (rVor), Um- & Übersicht (U&Ü), Selbstbehauptung (SELB), Entscheidungsverhalten (EV), Navigation (NAV), Mehrfacharbeit (MA)

Tabelle 7-8: MMTM-Matrix FPS-H Selbstbehauptung

| FPS-H Selbstbehauptung                                    |        |                                       |        |
|---|--------|---------------------------------------|--------|
| (N= 51; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |        |                                       |        |
| Mission 3   |        | Mission 4                             |        |
| <b>Multi-Method</b>                                       |        |                                       |        |
| M3_Selbstbehauptung                                       | -      | M3_Selbstbehauptung                   | ,311*  |
| M4_Selbstbehauptung                                       | ,311*  | M4_Selbstbehauptung                   | -      |
| <b>Multi-Trait</b>  |        |                                       |        |
| M3_Gesamt   | ,506** | M4_Gesamt                             | ,833** |
| M3_Aufmerksamkeitsverteilung                              | ,476** | M4_Aufmerksamkeitsverteilung          | ,771** |
| M3_Belastbarkeit  | ,456** | M4_Belastbarkeit                      | ,714** |
| M3_Handlungsentschiedenheit                               | ,578** | M4_Handlungsentschiedenheit           | ,706** |
| M3_Psychomotorik  | ,534** | M4_Psychomotorik                      | ,558** |
|   |        | M4_Übungsfortschritt                  | ,837** |
| M3_räumliches<br>Vorstellungsvermögen                     | ,168   | M4_räumliches<br>Vorstellungsvermögen | ,464** |
| M3_Um- & Übersicht  | ,497** | M4_Um- & Übersicht                    | ,715** |
| M3_Entscheidungsverhalten                                 | ,466** | M4_Entscheidungsverhalten             | ,775** |
| M3_Navigation   | ,258   | M4_Navigation                         | ,564** |
| M3_Mehrfacharbeit   | ,460** | M4_Mehrfacharbeit                     | ,791** |

Tabelle 7-9: MMTM-Matrix FPS-H Entscheidungsverhalten

| FPS-H Entscheidungsverhalten                              |        |                                       |        |
|---|--------|---------------------------------------|--------|
| (N= 51; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |        |                                       |        |
| Mission 3   |        | Mission 4                             |        |
| <b>Multi-Method</b>                                       |        |                                       |        |
| M3_Entscheidungsverhalten                                 | -      | M3_Entscheidungsverhalten             | ,178   |
| M4_Entscheidungsverhalten                                 | ,178   | M4_Entscheidungsverhalten             | -      |
| <b>Multi-Method</b>                                       |        |                                       |        |
| M3_Gesamt   | ,769** | M4_Gesamt                             | ,824** |
| M3_Aufmerksamkeitsverteilung                              | ,412** | M4_Aufmerksamkeitsverteilung          | ,669** |
| M3_Belastbarkeit  | ,568** | M4_Belastbarkeit                      | ,714** |
| M3_Handlungsentschiedenheit                               | ,612** | M4_Handlungsentschiedenheit           | ,600** |
| M3_Psychomotorik  | ,261   | M4_Psychomotorik                      | ,379** |
|   |        | M4_Übungsfortschritt                  | ,725** |
| M3_räumliches<br>Vorstellungsvermögen                     | ,328*  | M4_räumliches<br>Vorstellungsvermögen | ,295*  |
| M3_Um- & Übersicht  | ,742** | M4_Um- & Übersicht                    | ,709** |
| M3_Selbstbehauptung                                       | ,466** | M4_Selbstbehauptung                   | ,775** |
| M3_Navigation   | ,378** | M4_Navigation                         | ,510** |
| M3_Mehrfacharbeit   | ,526** | M4_Mehrfacharbeit                     | ,672** |

Tabelle 7-10: MMTM-Matrix FPS-H Navigation

| FPS-H Navigation  |        |                                       |        |
|---|--------|---------------------------------------|--------|
| (N= 51; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |        |                                       |        |
| Mission 3   |        | Mission 4                             |        |
| <b>Multi-Method</b>                                       |        |                                       |        |
| M3_Navigation   | -      | M3_Navigation                         | ,369** |
| M4_Navigation   | ,369** | M4_Navigation                         | -      |
| <b>Multi-Trait</b>  |        |                                       |        |
| M3_Gesamt   | ,435** | M4_Gesamt                             | ,611** |
| M3_Aufmerksamkeitsverteilung                              | ,440** | M4_Aufmerksamkeitsverteilung          | ,572** |
| M3_Belastbarkeit  | ,446** | M4_Belastbarkeit                      | ,482** |
| M3_Handlungsentschiedenheit                               | ,275   | M4_Handlungsentschiedenheit           | ,434** |
| M3_Psychomotorik  | ,130   | M4_Psychomotorik                      | ,186   |
|   |        | M4_Übungsfortschritt                  | ,454** |
| M3_räumliches<br>Vorstellungsvermögen                     | ,333*  | M4_räumliches<br>Vorstellungsvermögen | ,144   |
| M3_Um- & Übersicht  | ,431** | M4_Um- & Übersicht                    | ,405** |
| M3_Selbstbehauptung                                       | ,258   | M4_Selbstbehauptung                   | ,564** |
| M3_Entscheidungsverhalten                                 | ,378** | M4_Entscheidungsverhalten             | ,510** |
| M3_Mehrfacharbeit   | ,281*  | M4_Mehrfacharbeit                     | ,475** |

Tabelle 7-11: MMTM-Matrix FPS-H Mehrfacharbeit

| <b>FPS-H Mehrfacharbeit</b>                               |        |                                   |        |
|---|--------|-----------------------------------|--------|
| (N= 51; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |        |                                   |        |
| <b>Mission 3</b>  |        | <b>Mission 4</b>                  |        |
| <b>Multi-Method</b>                                       |        |                                   |        |
| M3_Mehrfacharbeit   | -      | M3_Mehrfacharbeit                 | ,470** |
| M4_Mehrfacharbeit   | ,470** | M4_Mehrfacharbeit                 | -      |
| <b>Multi-Trait</b>  |        |                                   |        |
| M3_Gesamt   | ,552** | M4_Gesamt                         | ,798** |
| M3_Aufmerksamkeitsverteilung                              | ,632** | M4_Aufmerksamkeitsverteilung      | ,735** |
| M3_Belastbarkeit  | ,468** | M4_Belastbarkeit                  | ,716** |
| M3_Handlungsentschiedenheit                               | ,551** | M4_Handlungsentschiedenheit       | ,605** |
| M3_Psychomotorik  | ,584** | M4_Psychomotorik                  | ,624** |
|   |        | M4_Übungsfortschritt              | ,680** |
| M3_räumlichesVorstellungsvermögen                         | ,185   | M4_räumlichesVorstellungsvermögen | ,476** |
| M3_Um- & Übersicht  | ,475** | M4_Um- & Übersicht                | ,644** |
| M3_Selbstbehauptung                                       | ,460** | M4_Selbstbehauptung               | ,791** |
| M3_Entscheidungsverhalten                                 | ,526** | M4_Entscheidungsverhalten         | ,672** |
| M3_Navigation   | ,281*  | M4_Navigation                     | ,475** |

Tabelle 7-12: MMTM-Matrix FPS-F Aufmerksamkeitsverteilung

**FPS-F Aufmerksamkeitsverteilung**  
(Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: \* < .05 sig., \*\* < .01 hoch sig.)

|                     | Mission 1 | Mission 2         | Mission 3         | Mission 4         |
|---------------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Multi-Method</b> |           |                   |                   |                   |
| M1T_AV              | -         | M1T_AV ,570**     | M1T_AV ,607**     | M1T_AV ,200       |
| M2T_AV              | ,570**    | -                 | M2T_AV ,627**     | M2T_AV ,448**     |
| M3T_AV              | ,607**    | ,627**            | -                 | M3T_AV ,320*      |
| M4T_AV              | ,200      | ,448**            | ,320*             | -                 |
| <b>Multi-Trait</b>  |           |                   |                   |                   |
| M1T_GES             | ,938**    | M2T_GES ,890**    | M3T_GES ,943**    | M4T_GES ,877**    |
| M1T_AUTO            | ,896**    | M2T_AUTO ,802**   | M3T_AUTO ,916**   | M4T_AUTO ,867**   |
| M1T_BEL             | ,880**    | M2T_BEL ,772**    | M3T_BEL ,893**    | M4T_BEL ,874**    |
| M1T_FUNK            | ,642**    | M2T_FUNK ,582**   | M3T_FUNK ,635**   | M4T_FUNK ,610**   |
| M1T_HAN             | ,856**    | M2T_HAN ,809**    | M3T_HAN ,885**    | M4T_HAN ,754**    |
| M1T_KONZ            | ,775**    | M2T_KONZ ,621**   | M3T_KONZ ,655**   | M4T_KONZ ,685**   |
| M1T_LEIST           | ,696**    | M2T_LEIST ,638**  | M3T_LEIST ,586**  | M4T_LEIST ,628**  |
| M1T_MA              | ,891**    | M2T_MA ,836**     | M3T_MA ,930**     | M4T_MA ,880**     |
| M1T_MI VOR          | ,793**    | M2T_MI VOR ,609** | M3T_MI VOR ,609** | M4T_MI VOR ,633** |
| M1T_MOTO            | ,823**    | M2T_MOTO ,700**   | M3T_MOTO ,741**   | M4T_MOTO ,789**   |
| M1T_STRESS          | ,742**    | M2T_STRESS ,644** | M3T_STRESS ,718** | M4T_STRESS ,693** |
| M1T_TOL MI          | ,659**    | M2T_TOL MI ,601** | M3T_TOL MI ,411** | M4T_TOL MI ,550** |
| M1T_UEB             | ,881**    | M2T_UEB ,817**    | M3T_UEB ,898**    | M4T_UEB ,177      |
| M1T_U&Ü             | ,941**    | M2T_U&Ü ,810**    | M3T_U&Ü ,859**    | M4T_U&Ü ,698**    |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Mißerfolge (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

Tabelle 7-13:MMTM-Matrix FPS-F Automatisierungsgeschwindigkeit

**FPS-F Automatisierungsgeschwindigkeit**  
(Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: \* < .05 sig., \*\* < .01 hoch sig.)

|                     | Mission1 | Mission 2         | Mission 3         | Mission 4         |
|---------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Multi-Method</b> |          |                   |                   |                   |
| M1T_AUTO            | -        | M1T_AUTO ,628**   | M1T_AUTO ,609**   | M1T_AUTO ,287*    |
| M2T_AUTO            | ,628**   | -                 | M2T_AUTO ,646**   | M2T_AUTO ,468**   |
| M3T_AUTO            | ,609**   | M3T_AUTO ,646**   | -                 | M3T_AUTO ,350**   |
| M4T_AUTO            | ,287*    | M4T_AUTO ,468**   | M4T_AUTO ,350**   | -                 |
| <b>Multi-Trait</b>  |          |                   |                   |                   |
| M1T_GES             | ,946**   | M2T_GES ,851**    | M3T_GES ,943**    | M4T_GES ,869**    |
| M1T_AV              | ,896**   | M2T_AV ,802**     | M3T_AV ,916**     | M4T_AV ,867**     |
| M1T_BEL             | ,931**   | M2T_BEL ,803**    | M3T_BEL ,866**    | M4T_BEL ,893**    |
| M1T_FUNK            | ,590**   | M2T_FUNK ,550**   | M3T_FUNK ,562**   | M4T_FUNK ,677**   |
| M1T_HAN             | ,861**   | M2T_HAN ,765**    | M3T_HAN ,863**    | M4T_HAN ,805**    |
| M1T_KONZ            | ,790**   | M2T_KONZ ,609**   | M3T_KONZ ,669**   | M4T_KONZ ,727**   |
| M1T_LEIST           | ,661**   | M2T_LEIST ,671**  | M3T_LEIST ,643**  | M4T_LEIST ,722**  |
| M1T_MA              | ,912**   | M2T_MA ,887**     | M3T_MA ,917**     | M4T_MA ,915**     |
| M1T_MI_VOR          | ,760**   | M2T_MI_VOR ,695** | M3T_MI_VOR ,667** | M4T_MI_VOR ,671** |
| M1T_MOTO            | ,828**   | M2T_MOTO ,716**   | M3T_MOTO ,735**   | M4T_MOTO ,834**   |
| M1T_STRESS          | ,740**   | M2T_STRESS ,651** | M3T_STRESS ,641** | M4T_STRESS ,683** |
| M1T_TOL MI          | ,629**   | M2T_TOL MI ,576** | M3T_TOL MI ,392** | M4T_TOL MI ,565** |
| M1T_UEB             | ,904**   | M2T_UEB ,821**    | M3T_UEB ,883**    | M4T_UEB ,211      |
| M1T_U&Ü             | ,913**   | M2T_U&Ü ,819**    | M3T_U&Ü ,870**    | M4T_U&Ü ,734**    |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Mißerfolge (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

Tabelle 7-14: MMTM-Matrix FPS-F Belastbarkeit

**FPS-F Belastbarkeit**  
(Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: \* < .05 sig., \*\* < .01 hoch sig.)

|                     | Mission 1 | Mission 2         | Mission 3         | Mission 4         |
|---------------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Multi-Method</b> |           |                   |                   |                   |
| M1T_BEL             | -         | M1T_BEL ,610**    | M1T_BEL ,626**    | M1T_BEL ,453**    |
| M2T_BEL             | ,610**    | -                 | M2T_BEL ,651**    | M2T_BEL ,450**    |
| M3T_BEL             | ,626**    | ,651**            | -                 | M3T_BEL ,337*     |
| M4T_BEL             | ,453**    | ,450**            | ,337*             | -                 |
| <b>Multi-Trait</b>  |           |                   |                   |                   |
| M1T_GES             | ,933**    | M2T_GES ,858**    | M3T_GES ,931**    | M4T_GES ,922**    |
| M1T_AV              | ,880**    | M2T_AV ,772**     | M3T_AV ,893**     | M4T_AV ,874**     |
| M1T_AUTO            | ,931**    | M2T_AUTO ,803**   | M3T_AUTO ,866**   | M4T_AUTO ,893**   |
| M1T_FUNK            | ,628**    | M2T_FUNK ,554**   | M3T_FUNK ,570**   | M4T_FUNK ,562**   |
| M1T_HAN             | ,876**    | M2T_HAN ,720**    | M3T_HAN ,841**    | M4T_HAN ,842**    |
| M1T_KONZ            | ,778**    | M2T_KONZ ,679**   | M3T_KONZ ,581**   | M4T_KONZ ,742**   |
| M1T_LEIST           | ,679**    | M2T_LEIST ,546**  | M3T_LEIST ,539**  | M4T_LEIST ,647**  |
| M1T_MA              | ,936**    | M2T_MA ,849**     | M3T_MA ,938**     | M4T_ME A ,911**   |
| M1T_MI_VOR          | ,786**    | M2T_MI_VOR ,539** | M3T_MI_VOR ,599** | M4T_MI_VOR ,588** |
| M1T_MOTO            | ,818**    | M2T_MOTO ,670**   | M3T_MOTO ,745**   | M4T_MOTO ,816**   |
| M1T_STRESS          | ,813**    | M2T_STRESS ,694** | M3T_STRESS ,749** | M4T_STRESS ,759** |
| M1T_TOL_MI          | ,741**    | M2T_TOL_MI ,693** | M3T_TOL_MI ,490** | M4T_TOL_MI ,569** |
| M1T_UEB             | ,874**    | M2T_UEB ,880**    | M3T_UEB ,874**    | M4T_UEB ,156      |
| M1T_U&Ü             | ,898**    | M2T_U&Ü ,809**    | M3T_U&Ü ,844**    | M4T_U&Ü ,766**    |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Misserfolg (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

Tabelle 7-15: MMTM-Matrix FPS-F Funksprechverkehr

| FPS-F Funksprechverkehr  |        |            |        |            |        |            |        |
|--|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| (Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |        |            |        |            |        |            |        |
| Mission1   |        | Mission 2  |        | Mission3   |        | Mission 4  |        |
| <b>Multi-Method</b>  |        |            |        |            |        |            |        |
| M1T_FUNK   | -      | M1T_FUNK   | ,523** | M1T_FUNK   | ,397** | M1T_FUNK   | ,314*  |
| M2T_FUNK   | ,523** | M2T_FUNK   | -      | M2T_FUNK   | ,483** | M2T_FUNK   | ,376** |
| M3T_FUNK   | ,397** | M3T_FUNK   | ,483** | M3T_FUNK   | -      | M3T_FUNK   | ,452** |
| M4T_FUNK   | ,314*  | M4T_FUNK   | ,376** | M4T_FUNK   | ,452** | M4T_FUNK   | -      |
| <b>Multi-Trait</b>   |        |            |        |            |        |            |        |
| M1T_GES  | ,647** | M2T_GES    | ,661** | M3T_GES    | ,601** | M4T_GES    | ,563** |
| M1T_AV   | ,642** | M2T_AV     | ,582** | M3T_AV     | ,635** | M4T_AV     | ,610** |
| M1T_AUTO   | ,590** | M2T_AUTO   | ,550** | M3T_AUTO   | ,562** | M4T_AUTO   | ,677** |
| M1T_BEL  | ,628** | M2T_BEL    | ,554** | M3T_BEL    | ,570** | M4T_BEL    | ,562** |
| M1T_HAN  | ,576** | M2T_HAN    | ,524** | M3T_HAN    | ,577** | M4T_HAN    | ,566** |
| M1T_KONZ   | ,543** | M2T_KONZ   | ,482** | M3T_KONZ   | ,377** | M4T_KONZ   | ,530** |
| M1T_LEIST  | ,812** | M2T_LEIST  | ,547** | M3T_LEIST  | ,601** | M4T_LEIST  | ,601** |
| M1T_MA   | ,641** | M2T_MA     | ,636** | M3T_MA     | ,573** | M4T_MA     | ,686** |
| M1T_MI_VOR   | ,757** | M2T_MI_VOR | ,571** | M3T_MI_VOR | ,673** | M4T_MI_VOR | ,602** |
| M1T_MOTO   | ,558** | M2T_MOTO   | ,508** | M3T_MOTO   | ,445** | M4T_MOTO   | ,637** |
| M1T_STRESS   | ,598** | M2T_STRESS | ,498** | M3T_STRESS | ,504** | M4T_STRESS | ,447** |
| M1T_TOL_MI   | ,621** | M2T_TOL_MI | ,527** | M3T_TOL_MI | ,374** | M4T_TOL_MI | ,278*  |
| M1T_UEB  | ,550** | M2T_UEB    | ,483** | M3T_UEB    | ,571** | M4T_UEB    | ,083   |
| M1T_U&Ü  | ,637** | M2T_U&Ü    | ,610** | M3T_U&Ü    | ,673** | M4T_U&Ü    | ,501** |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Misserfolg (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

Tabelle 7-16: MMTM-Matrix FPS-F Handlungsentschiedenheit

**FPS-F Handlungsentschiedenheit**  
(Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: \* < .05 sig., \*\* < .01 hoch sig.)

|                     | Mission 1 | Mission 2         | Mission 3         | Mission 4         |
|---------------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Multi-Method</b> |           |                   |                   |                   |
| M1T_HAN             | -         | M1T_HAN ,440**    | M1T_HAN ,583**    | M1T_HAN ,206      |
| M2T_HAN             | ,440**    | -                 | M2T_HAN ,584**    | M2T_HAN ,326*     |
| M3T_HAN             | ,583**    | ,584**            | -                 | M3T_HAN ,528**    |
| M4T_HAN             | ,206      | ,326*             | ,528**            | -                 |
| <b>Multi-Trait</b>  |           |                   |                   |                   |
| M1T_GES             | ,900**    | M2T_GES ,824**    | M3T_GES ,924**    | M4T_GES ,877**    |
| M1T_AV              | ,856**    | M2T_AV ,809**     | M3T_AV ,885**     | M4T_AV ,754**     |
| M1T_AUTO            | ,861**    | M2T_AUTO ,765**   | M3T_AUTO ,863**   | M4T_AUTO ,805**   |
| M1T_BEL             | ,876**    | M2T_BEL ,720**    | M3T_BEL ,841**    | M4T_BEL ,842**    |
| M1T_FUNK            | ,576**    | M2T_FUNK ,524**   | M3T_FUNK ,577**   | M4T_FUNK ,566**   |
| M1T_KONZ            | ,713**    | M2T_KONZ ,503**   | M3T_KONZ ,603**   | M4T_KONZ ,732**   |
| M1T_LEIST           | ,642**    | M2T_LEIST ,514**  | M3T_LEIST ,620**  | M4T_LEIST ,630**  |
| M1T_MA              | ,876**    | M2T_MA ,825**     | M3T_MA ,884**     | M4T_MA ,813**     |
| M1T_MI_VOR          | ,709**    | M2T_MI_VOR ,487** | M3T_MI_VOR ,628** | M4T_MI_VOR ,523** |
| M1T_MOTO            | ,844**    | M2T_MOTO ,720**   | M3T_MOTO ,761**   | M4T_MOTO ,722**   |
| M1T_STRESS          | ,693**    | M2T_STRESS ,641** | M3T_STRESS ,641** | M4T_STRESS ,703** |
| M1T_TOL_MI          | ,592**    | M2T_TOL_MI ,615** | M3T_TOL_MI ,463** | M4T_TOL_MI ,673** |
| M1T_UEB             | ,850**    | M2T_UEB ,771**    | M3T_UEB ,914**    | M4T_UEB ,164      |
| M1T_U&Ü             | ,874**    | M2T_U&Ü ,746**    | M3T_U&Ü ,907**    | M4T_U&Ü ,763**    |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Misserfolg (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

Tabelle 7-17: MMTM-Matrix FPS-F Konzentration

| FPS-F Konzentration  |           |            |           |            |           |            |        |
|--|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|--------|
| (Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |           |            |           |            |           |            |        |
| Mission 1  | Mission 2 |            | Mission 3 |            | Mission 4 |            |        |
| <b>Multi-Method</b>  |           |            |           |            |           |            |        |
| M1T_KONZ   | -         | M1T_KONZ   | ,215      | M1T_KONZ   | ,366**    | M1T_KONZ   | ,168   |
| M2T_KONZ   | ,215      | M2T_KONZ   | -         | M2T_KONZ   | ,343**    | M2T_KONZ   | ,169   |
| M3T_KONZ   | ,366**    | M3T_KONZ   | ,343**    | M3T_KONZ   | -         | M3T_KONZ   | ,257   |
| M4T_KONZ   | ,168      | M4T_KONZ   | ,169      | M4T_KONZ   | ,257      | M4T_KONZ   | -      |
| <b>Multi-Trait</b>   |           |            |           |            |           |            |        |
| M1T_GES  | ,810**    | M2T_GES    | ,734**    | M3T_GES    | ,661**    | M4T_GES    | ,783** |
| M1T_AV   | ,775**    | M2T_AV     | ,621**    | M3T_AV     | ,655**    | M4T_AV     | ,685** |
| M1T_AUTO   | ,790**    | M2T_AUTO   | ,609**    | M3T_AUTO   | ,669**    | M4T_AUTO   | ,727** |
| M1T_BEL  | ,778**    | M2T_BEL    | ,679**    | M3T_BEL    | ,581**    | M4T_BEL    | ,742** |
| M1T_FUNK   | ,543**    | M2T_FUNK   | ,482**    | M3T_FUNK   | ,377**    | M4T_FUNK   | ,530** |
| M1T_HAN  | ,713**    | M2T_HAN    | ,503**    | M3T_HAN    | ,603**    | M4T_HAN    | ,732** |
| M1T_LEIST  | ,628**    | M2T_LEIST  | ,496**    | M3T_LEIST  | ,559**    | M4T_LEIST  | ,593** |
| M1T_MA   | ,744**    | M2T_MA     | ,601**    | M3T_MA     | ,612**    | M4T_MA     | ,704** |
| M1T_MI_VOR   | ,759**    | M2T_MI_VOR | ,489**    | M3T_MI_VOR | ,561**    | M4T_MI_VOR | ,453** |
| M1T_MOTO   | ,709**    | M2T_MOTO   | ,475**    | M3T_MOTO   | ,525**    | M4T_MOTO   | ,617** |
| M1T_STRESS   | ,736**    | M2T_STRESS | ,481**    | M3T_STRESS | ,555**    | M4T_STRESS | ,712** |
| M1T_TOL_MI   | ,567**    | M2T_TOL_MI | ,520**    | M3T_TOL_MI | ,478**    | M4T_TOL_MI | ,598** |
| M1T_UEB  | ,870**    | M2T_UEB    | ,727**    | M3T_UEB    | ,628**    | M4T_UEB    | ,054   |
| M1T_U&Ü  | ,845**    | M2T_U&Ü    | ,661**    | M3T_U&Ü    | ,636**    | M4T_U&Ü    | ,775** |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Misserfolg (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

Tabelle 7-18: MMTM-Matrix FPS-F Leistungsbereitschaft

| <b>FPS-F Leistungsbereitschaft</b>   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| (Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|  | <b>Mission 1</b> | <b>Mission 2</b> | <b>Mission 3</b> | <b>Mission 3</b> | <b>Mission 3</b> | <b>Mission 4</b> | <b>Mission 4</b> |
| <b>Multi-Method</b>  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| M1T_LEIST  | -                | M1T_LEIST        | ,502**           | M1T_LEIST        | ,593**           | M1T_LEIST        | ,328*            |
| M2T_LEIST  | ,502**           | M2T_LEIST        | -                | M2T_LEIST        | ,673**           | M2T_LEIST        | ,377**           |
| M3T_LEIST  | ,593**           | M3T_LEIST        | ,673**           | M3T_LEIST        | -                | M3T_LEIST        | ,519**           |
| M4T_LEIST  | ,328*            | M4T_LEIST        | ,377**           | M4T_LEIST        | ,519**           | M4T_LEIST        | -                |
| <b>Multi-Trait</b>   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| M1T_GES  | ,731**           | M2T_GES          | ,633**           | M3T_GES          | ,611**           | M4T_GES          | ,663**           |
| M1T_AV   | ,696**           | M2T_AV           | ,638**           | M3T_AV           | ,586**           | M4T_AV           | ,628**           |
| M1T_AUTO   | ,661**           | M2T_AUTO         | ,671**           | M3T_AUTO         | ,643**           | M4T_AUTO         | ,722**           |
| M1T_BEL  | ,679**           | M2T_BEL          | ,546**           | M3T_BEL          | ,539**           | M4T_BEL          | ,647**           |
| M1T_FUNK   | ,812**           | M2T_FUNK         | ,547**           | M3T_FUNK         | ,601**           | M4T_FUNK         | ,601**           |
| M1T_HAN  | ,642**           | M2T_HAN          | ,514**           | M3T_HAN          | ,620**           | M4T_HAN          | ,630**           |
| M1T_KONZ   | ,628**           | M2T_KONZ         | ,496**           | M3T_KONZ         | ,559**           | M4T_KONZ         | ,593**           |
| M1T_MA   | ,672**           | M2T_MA           | ,620**           | M3T_MA           | ,621**           | M4T_MA           | ,719**           |
| M1T_MI_VOR   | ,875**           | M2T_MI_VOR       | ,791**           | M3T_MI_VOR       | ,801**           | M4T_MI_VOR       | ,753**           |
| M1T_MOTO   | ,566**           | M2T_MOTO         | ,472**           | M3T_MOTO         | ,465**           | M4T_MOTO         | ,567**           |
| M1T_STRESS   | ,573**           | M2T_STRESS       | ,431**           | M3T_STRESS       | ,310**           | M4T_STRESS       | ,478**           |
| M1T_TOL_MI   | ,572**           | M2T_TOL_MI       | ,330**           | M3T_TOL_MI       | ,260*            | M4T_TOL_MI       | ,601**           |
| M1T_UEB  | ,637**           | M2T_UEB          | ,622**           | M3T_UEB          | ,560**           | M4T_UEB          | ,079             |
| M1T_U&Ü  | ,714**           | M2T_U&Ü          | ,564**           | M3T_U&Ü          | ,683**           | M4T_U&Ü          | ,621**           |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Misserfolg (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

Tabelle 7-19: MMTM-Matrix FPS-F Mehrarbeit

**FPS-F Mehrfacharbeit**  
(Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: \* < .05 sig., \*\* < .01 hoch sig.)

|                     | Mission 1 |            | Mission 2 |            | Mission 3 |            | Mission 4 |  |
|---------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|--|
| <b>Multi-Method</b> |           |            |           |            |           |            |           |  |
| M1T_MA              | -         | M1T_MA     | ,722**    | M1T_MA     | ,663**    | M1T_MA     | ,369**    |  |
| M2T_MA              | ,722**    | M2T_MA     | -         | M2T_MA     | ,698**    | M2T_MA     | ,493**    |  |
| M3T_MA              | ,663**    | M3T_MA     | ,698**    | M3T_MA     | -         | M3T_MA     | ,433**    |  |
| M4T_MA              | ,369**    | M4T_MA     | ,493**    | M4T_MA     | ,433**    | M4T_MA     | -         |  |
| <b>Multi-Trait</b>  |           |            |           |            |           |            |           |  |
| M1T_GES             | ,928**    | M2T_GES    | ,884**    | M3T_GES    | ,944**    | M4T_GES    | ,910**    |  |
| M1T_AV              | ,891**    | M2T_AV     | ,836**    | M3T_AV     | ,930**    | M4T_AV     | ,880**    |  |
| M1T_AUTO            | ,912**    | M2T_AUTO   | ,887**    | M3T_AUTO   | ,917**    | M4T_AUTO   | ,915**    |  |
| M1T_BEL             | ,936**    | M2T_BEL    | ,849**    | M3T_BEL    | ,938**    | M4T_BEL    | ,911**    |  |
| M1T_FUNK            | ,641**    | M2T_FUNK   | ,636**    | M3T_FUNK   | ,573**    | M4T_FUNK   | ,686**    |  |
| M1T_HAN             | ,876**    | M2T_HAN    | ,825**    | M3T_HAN    | ,884**    | M4T_HAN    | ,813**    |  |
| M1T_KONZ            | ,744**    | M2T_KONZ   | ,601**    | M3T_KONZ   | ,612**    | M4T_KONZ   | ,704**    |  |
| M1T_LEIST           | ,672**    | M2T_LEIST  | ,620**    | M3T_LEIST  | ,621**    | M4T_LEIST  | ,719**    |  |
| M1T_MI_VOR          | ,785**    | M2T_MI_VOR | ,662**    | M3T_MI_VOR | ,626**    | M4T_MI_VOR | ,722**    |  |
| M1T_MOTO            | ,858**    | M2T_MOTO   | ,764**    | M3T_MOTO   | ,737**    | M4T_MOTO   | ,758**    |  |
| M1T_STRESS          | ,772**    | M2T_STRESS | ,705**    | M3T_STRESS | ,707**    | M4T_STRESS | ,723**    |  |
| M1T_TOL_MI          | ,686**    | M2T_TOL_MI | ,621**    | M3T_TOL_MI | ,450**    | M4T_TOL_MI | ,597**    |  |
| M1T_UEB             | ,885**    | M2T_UEB    | ,832**    | M3T_UEB    | ,890**    | M4T_UEB    | ,184      |  |
| M1T_U&Ü             | ,894**    | M2T_U&Ü    | ,849**    | M3T_U&Ü    | ,863**    | M4T_U&Ü    | ,771**    |  |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Misserfolg (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

Tabelle 7-20: MMTM-Matrix FPS-F Mission Vorbereitung

| FPS-F Mission Vorbereitung   |           |            |           |            |           |            |        |
|--|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|--------|
| (Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |           |            |           |            |           |            |        |
| Mission 1  | Mission 2 |            | Mission 3 |            | Mission 4 |            |        |
| <b>Multi-Method</b>  |           |            |           |            |           |            |        |
| M1T_MI_VOR   | -         | M1T_MI_VOR | ,587**    | M1T_MI_VOR | ,506**    | M1T_MI_VOR | ,377** |
| M2T_MI_VOR   | ,587**    | M2T_MI_VOR | -         | M2T_MI_VOR | ,506**    | M2T_MI_VOR | ,436** |
| M3T_MI_VOR   | ,506**    | M3T_MI_VOR | ,506**    | M3T_MI_VOR | -         | M3T_MI_VOR | ,272*  |
| M4T_MI_VOR   | ,377**    | M4T_MI_VOR | ,436**    | M4T_MI_VOR | ,272*     | M4T_MI_VOR | -      |
| <b>Multi-Trait</b>   |           |            |           |            |           |            |        |
| M1T_GES  | ,819**    | M2T_GES    | ,594**    | M3T_GES    | ,632**    | M4T_GES    | ,610** |
| M1T_AV   | ,793**    | M2T_AV     | ,609**    | M3T_AUF    | ,609**    | M4T_AU     | ,633** |
| M1T_AUTO   | ,760**    | M2T_AUTO   | ,695**    | M3T_AUTO   | ,667**    | M4T_AUTO   | ,671** |
| M1T_BEL  | ,786**    | M2T_BEL    | ,539**    | M3T_BEL    | ,599**    | M4T_BEL    | ,588** |
| M1T_FUNK   | ,757**    | M2T_FUNK   | ,571**    | M3T_FUNK   | ,673**    | M4T_FUNK   | ,602** |
| M1T_HAN  | ,709**    | M2T_HAN    | ,487**    | M3T_HAN    | ,628**    | M4T_HAN    | ,523** |
| M1T_KONZ   | ,759**    | M2T_KONZ   | ,489**    | M3T_KONZ   | ,561**    | M4T_KONZ   | ,453** |
| M1T_LEIST  | ,875**    | M2T_LEIST  | ,791**    | M3T_LEIST  | ,801**    | M4T_LEIST  | ,753** |
| M1T_MA   | ,785**    | M2T_MA     | ,662**    | M3T_MA     | ,626**    | M4T_MA     | ,722** |
| M1T_MOTO   | ,685**    | M2T_MOTO   | ,494**    | M3T_MOTO   | ,485**    | M4T_MOTO   | ,501** |
| M1T_STRESS   | ,677**    | M2T_STRESS | ,382**    | M3T_STRESS | ,464**    | M4T_STRESS | ,362** |
| M1T_TOL_MI   | ,638**    | M2T_TOL_MI | ,364**    | M3T_TOL_MI | ,347**    | M4T_TOL_MI | ,424** |
| M1T_UEB  | ,737**    | M2T_UEB    | ,553**    | M3T_UEB    | ,576**    | M4T_UEB    | ,131   |
| M1T_U&Ü  | ,839**    | M2T_U&Ü    | ,589**    | M3T_U&Ü    | ,698**    | M4T_U&Ü    | ,597** |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Misserfolg (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

Tabelle 7-21: MMTM-Matrix FPS-F Stressverarbeitung

| FPS-F Stressverarbeitung   |           |                   |                   |                   |  |  |
|--|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|--|--|
| (Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |           |                   |                   |                   |  |  |
|  | Mission 1 | Mission 2         | Mission 3         | Mission 4         |  |  |
| <b>Multi-Method</b>  |           |                   |                   |                   |  |  |
| M1T_STRESS   | -         | M1T_STRESS ,502** | M1T_STRESS ,545** | M1T_STRESS ,381** |  |  |
| M2T_STRESS   | ,502**    | M2T_STRESS -      | M2T_STRESS ,566** | M2T_STRESS ,395** |  |  |
| M3T_STRESS   | ,545**    | M3T_STRESS ,566** | M3T_STRESS -      | M3T_STRESS ,293*  |  |  |
| M4T_STRESS   | ,381**    | M4T_STRESS ,395** | M4T_STRESS ,293*  | M4T_STRESS -      |  |  |
| <b>Multi-Trait</b>   |           |                   |                   |                   |  |  |
| M1T_GES  | ,765**    | M2T_GES ,678**    | M3T_GES ,712**    | M4T_GES ,733**    |  |  |
| M1T_AV   | ,742**    | M2T_AV ,644**     | M3T_AV ,718**     | M4T_AV ,693**     |  |  |
| M1T_AUTO   | ,740**    | M2T_AUTO ,651**   | M3T_AUTO ,641**   | M4T_AUTO ,683**   |  |  |
| M1T_BEL  | ,813**    | M2T_BEL ,694**    | M3T_BEL ,749**    | M4T_BEL ,759**    |  |  |
| M1T_FUNK   | ,598**    | M2T_FUNK ,498**   | M3T_FUNK ,504**   | M4T_FUNK ,447**   |  |  |
| M1T_HAN  | ,693**    | M2T_HAN ,641**    | M3T_HAN ,641**    | M4T_HAN ,703**    |  |  |
| M1T_KONZ   | ,736**    | M2T_KONZ ,481**   | M3T_KONZ ,555**   | M4T_KONZ ,712**   |  |  |
| M1T_LEIST  | ,573**    | M2T_LEIST ,431**  | M3T_LEIST ,310**  | M4T_LEIST ,478**  |  |  |
| M1T_MA   | ,772**    | M2T_MA ,705**     | M3T_MA ,707**     | M4T_MA ,723**     |  |  |
| M1T_MI_VOR   | ,677**    | M2T_MI_VOR ,382** | M3T_MI_VOR ,464** | M4T_MI_VOR ,362** |  |  |
| M1T_MOTO   | ,707**    | M2T_MOTO ,611**   | M3T_MOTO ,604**   | M4T_MOTO ,554**   |  |  |
| M1T_TOL_MI   | ,810**    | M2T_TOL_MI ,671** | M3T_TOL_MI ,700** | M4T_TOL_MI ,737** |  |  |
| M1T_UEB  | ,755**    | M2T_UEB ,701**    | M3T_UEB ,678**    | M4T_UEB -,088     |  |  |
| M1T_U&Ü  | ,724**    | M2T_U&Ü ,652**    | M3T_U&Ü ,684**    | M4T_U&Ü ,647**    |  |  |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Misserfolg (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

Tabelle 7-22: MMTM-Matrix FPS-F Toleranz gegen Misserfolg

**FPS-F Toleranz gegen Misserfolg**  
(Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: \* < .05 sig., \*\* < .01 hoch sig.)

|                     | <b>Mission 1</b> | <b>Mission 2</b>  | <b>Mission 3</b>  | <b>Mission 4</b>  |
|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Multi-Method</b> |                  |                   |                   |                   |
| M1T_TOL_MI          | -                | M1T_TOL_MI ,416** | M1T_TOL_MI ,350** | M1T_TOL_MI ,100   |
| M2T_TOL_MI          | ,416**           | M2T_TOL_MI -      | M2T_TOL_MI ,295*  | M2T_TOL_MI ,176   |
| M3T_TOL_MI          | ,350**           | M3T_TOL_MI ,295*  | M3T_TOL_MI -      | M3T_TOL_MI ,201   |
| M4T_TOL_MI          | ,100             | M4T_TOL_MI ,176   | M4T_TOL_MI ,201   | M4T_TOL_MI -      |
| <b>Multi-Trait</b>  |                  |                   |                   |                   |
| M1T_GES             | ,661**           | M2T_GES ,681**    | M3T_GES ,454**    | M4T_GES ,677**    |
| M1T_AV              | ,659**           | M2T_ANG ,601**    | M3T_AV ,411**     | M4T_AV ,550**     |
| M1T_AUTO            | ,629**           | M2T_AUTO ,576**   | M3T_AUTO ,392**   | M4T_AUTO ,565**   |
| M1T_BEL             | ,741**           | M2T_BEL ,693**    | M3T_BEL ,490**    | M4T_BEL ,569**    |
| M1T_FUNK            | ,621**           | M2T_FUNK ,527**   | M3T_FUNK ,374**   | M4T_FUNK ,278*    |
| M1T_HAN             | ,592**           | M2T_HAN ,615**    | M3T_HAN ,463**    | M4T_HAN ,673**    |
| M1T_KONZ            | ,567**           | M2T_KONZ ,520**   | M3T_KONZ ,478**   | M4T_KONZ ,598**   |
| M1T_LEIST           | ,572**           | M2T_LEIST ,330**  | M3T_LEIST ,260*   | M4T_LEIST ,601**  |
| M1T_MA              | ,686**           | M2T_MA ,621**     | M3T_MA ,450**     | M4T_MA ,597**     |
| M1T_MI_VOR          | ,638**           | M2T_MI_VOR ,364** | M3T_MI_VOR ,347** | M4T_MI_VOR ,424** |
| M1T_MOTO            | ,539**           | M2T_MOTO ,597**   | M3T_MOTO ,387**   | M4T_MOTO ,357**   |
| M1T_STRESS          | ,810**           | M2T_STRESS ,671** | M3T_STRESS ,700** | M4T_STRESS ,737** |
| M1T_UEB             | ,567**           | M2T_UEB ,605**    | M3T_UEB ,436**    | M4T_UEB -,026     |
| M1T_U&Ü             | ,628**           | M2T_U&Ü ,693**    | M3T_U&Ü ,478**    | M4T_U&Ü ,640**    |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Misserfolg (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

Tabelle 7-23: MMTM-Matrix FPS-F Übungsfortschritt

| FPS-F Übungsfortschritt  |           |            |           |            |        |            |       |
|--|-----------|------------|-----------|------------|--------|------------|-------|
| (Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |           |            |           |            |        |            |       |
|  | Mission 1 | Mission 2  | Mission 3 | Mission 4  |        |            |       |
| <b>Multi-Method</b>  |           |            |           |            |        |            |       |
| M1T_UEB  | -         | M1T_UEB    | ,439**    | M1T_UEB    | ,449** | M1T_UEB    | -,050 |
| M2T_UEB  | ,439**    | M2T_UEB    | -         | M2T_UEB    | ,505** | M2T_UEB    | ,264  |
| M3T_UEB  | ,449**    | M3T_UEB    | ,505**    | M3T_UEB    | -      | M3T_UEB    | ,098  |
| M4T_UEB  | -,050     | M4T_UEB    | ,264      | M4T_UEB    | ,098   | M4T_UEB    | -     |
| <b>Multi-Trait</b>   |           |            |           |            |        |            |       |
| M1T_GES  | ,920**    | M2T_GES    | ,880**    | M3T_GES    | ,958** | M4T_GES    | ,223  |
| M1T_AV   | ,881**    | M2T_AV     | ,817**    | M3T_AV     | ,898** | M4T_AV     | ,177  |
| M1T_AUTO   | ,904**    | M2T_AUTO   | ,821**    | M3T_AUTO   | ,883** | M4T_AUTO   | ,211  |
| M1T_BEL  | ,874**    | M2T_BEL    | ,880**    | M3T_BEL    | ,874** | M4T_BEL    | ,156  |
| M1T_FUNK   | ,550**    | M2T_FUNK   | ,483**    | M3T_FUNK   | ,571** | M4T_FUNK   | ,083  |
| M1T_HAN  | ,850**    | M2T_HAN    | ,771**    | M3T_HAN    | ,914** | M4T_HAN    | ,164  |
| M1T_KONZ   | ,870**    | M2T_KONZ   | ,727**    | M3T_KONZ   | ,628** | M4T_KONZ   | ,054  |
| M1T_LEIST  | ,637**    | M2T_LEIST  | ,622**    | M3T_LEIST  | ,560** | M4T_LEIST  | ,079  |
| M1T_MA   | ,885**    | M2T_MA     | ,832**    | M3T_MA     | ,890** | M4T_MA     | ,184  |
| M1T_MI_VOR   | ,737**    | M2T_MI_VOR | ,553**    | M3T_MI_VOR | ,576** | M4T_MI_VOR | ,131  |
| M1T_MOTO   | ,807**    | M2T_MOTO   | ,686**    | M3T_MOTO   | ,791** | M4T_MOTO   | ,258  |
| M1T_STRESS   | ,755**    | M2T_STRESS | ,701**    | M3T_STRESS | ,678** | M4T_STRESS | -,088 |
| M1T_TOL_MI   | ,567**    | M2T_TOL_MI | ,605**    | M3T_TOL_MI | ,436** | M4T_TOL_MI | -,026 |
| M1T_U&Ü  | ,908**    | M2T_U&Ü    | ,821**    | M3T_U&Ü    | ,888** | M4T_U&Ü    | ,079  |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Misserfolg (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

Tabelle 7-24: MMTM-Matrix FPS-F Um- &amp; Übersicht

| FPS-F Um- & Übersicht  |           |            |           |            |           |            |        |
|--|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|--------|
| (Mission1+2 N= 72, Mission 3 N= 69, Mission 4 N= 55; Spearman's Rho: * < .05 sig., ** < .01 hoch sig.) |           |            |           |            |           |            |        |
|  | Mission 1 | Mission 2  | Mission 3 | Mission 3  | Mission 4 | Mission 4  |        |
| <b>Multi-Method</b>  |           |            |           |            |           |            |        |
| M1T_U&Ü  | -         | M1T_U&Ü    | ,540**    | M1T_U&Ü    | ,564**    | M1T_U&Ü    | ,316*  |
| M2T_U&Ü  | ,540**    | M2T_U&Ü    | -         | M2T_U&Ü    | ,665**    | M2T_U&Ü    | ,349** |
| M3T_U&Ü  | ,564**    | M3T_U&Ü    | ,665**    | M3T_U&Ü    | -         | M3T_U&Ü    | ,265   |
| M4T_U&Ü  | ,316*     | M4T_U&Ü    | ,349**    | M4T_U&Ü    | ,265      | M4T_U&Ü    | -      |
| <b>Multi-Trait</b>   |           |            |           |            |           |            |        |
| M1T_GES  | ,950**    | M2T_GES    | ,906**    | M3T_GES    | ,905**    | M4T_GES    | ,868** |
| M1T_AV   | ,941**    | M2T_AV     | ,810**    | M3T_AV     | ,859**    | M4T_AV     | ,698** |
| M1T_AUTO   | ,913**    | M2T_AUTO   | ,819**    | M3T_AUTO   | ,870**    | M4T_AUTO   | ,734** |
| M1T_BEL  | ,898**    | M2T_BEL    | ,809**    | M3T_BEL    | ,844**    | M4T_BEL    | ,766** |
| M1T_FUNK   | ,637**    | M2T_FUNK   | ,610**    | M3T_FUNK   | ,673**    | M4T_FUNK   | ,501** |
| M1T_HAN  | ,874**    | M2T_HAN    | ,746**    | M3T_HAN    | ,907**    | M4T_HANT   | ,763** |
| M1T_KONZ   | ,845**    | M2T_KONZ   | ,661**    | M3T_KONZ   | ,636**    | M4T_KONZ   | ,775** |
| M1T_LEIST  | ,714**    | M2T_LEIST  | ,564**    | M3T_LEIST  | ,683**    | M4T_LEIST  | ,621** |
| M1T_MA   | ,894**    | M2T_MA     | ,849**    | M3T_MA     | ,863**    | M4T_MA     | ,771** |
| M1T_MI_VOR   | ,839**    | M2T_MI_VOR | ,589**    | M3T_MI_VOR | ,698**    | M4T_MI_VOR | ,597** |
| M1T_MOTO   | ,843**    | M2T_MOTO   | ,690**    | M3T_MOTO   | ,745**    | M4T_MOTO   | ,611** |
| M1T_STRESS   | ,724**    | M2T_STRESS | ,652**    | M3T_STRESS | ,684**    | M4T_STRESS | ,647** |
| M1T_TOL_MI   | ,628**    | M2T_TOL_MI | ,693**    | M3T_TOL_MI | ,478**    | M4T_TOL_MI | ,640** |
| M1T_UEB  | ,908**    | M2T_UEB    | ,821**    | M3T_UEB    | ,888**    | M4T_UEB    | ,079   |

Gesamt (GES), Aufmerksamkeitsverteilung (AV), Automatisierungsgeschwindigkeit (AUTO), Belastbarkeit (BEL), Funksprechverkehr (FUNK), Handlungsentschiedenheit (HAN), Konzentration (KONZ), Leistungsbereitschaft (LEIST) Mehrfacharbeit (MA), Mission Vorbereitung (MI VOR), Motorische Koordination (MOTO), Stressverarbeitung (STRESS), Toleranz gegen Misserfolg (TOL MI), Übungsfortschritt (UEB), Um- & Übersicht (U&Ü)

### 7.1.1 Faktoren der Eignungs- und Bewertungsmerkmale des FPS-H

Die Analyse der Faktorstruktur der Eignungs- und Bewertungsmerkmale des FPS-H wurde anhand der zur Verfügung stehenden Gesamtstichprobe (N=227) in Phase III durchgeführt.

Der KMO-Koeffizient von  $> .9$  und ein hochsignifikanter Bartlett-Test (Tabelle 7-25) sowie MSA-Koeffizienten von  $.788 - .988$  (auf die Darstellung der Anti-Image-Matrix wird aufgrund ihrer Größe verzichtet) indizieren sehr gute Voraussetzungen für die Durchführung einer PAF. Die berechneten Residuen zwischen beobachteten und reproduzierten Korrelationen weisen keine (0/0%) nicht redundanten Residuen mit absoluten Werten größer 0,05 auf.

Tabelle 7-25: MMTM FPS-H - KMO- und Bartlett-Test

|   |                           |           |
|---|---------------------------|-----------|
| Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin. |                           | ,971      |
| Bartlett-Test auf Sphärizität                       | Ungefähres Chi-Quadrat    | 18635,997 |
|   | df                        | 666       |
|   | Signifikanz nach Bartlett | ,000      |

Aufgrund des Scree-Tests sowie des Kaiser-Guttman-Kriteriums wurden vier Faktoren extrahiert (siehe Abbildung 7-1 und Tabelle 7-27).

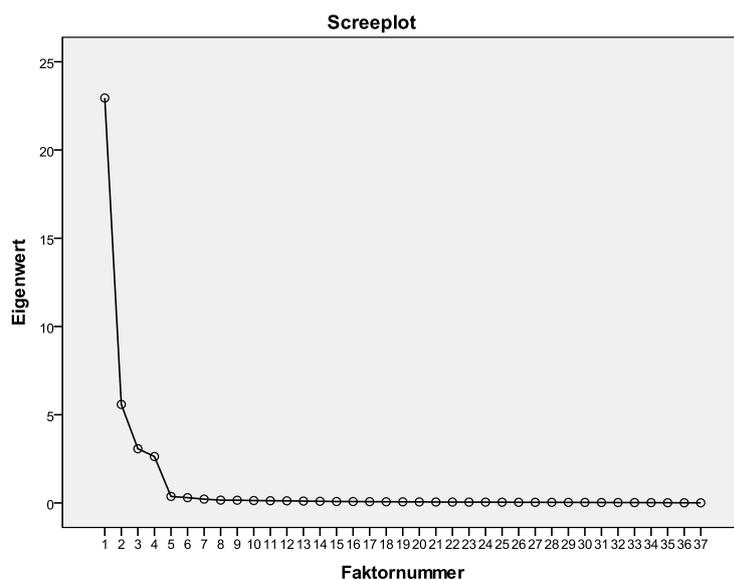


Abbildung 7-1: MMTM FPS-H – Screeplot

Tabelle 7-26: MMTM FPS-H – Korrelationsmatrix der Faktoren

| Faktor | 1     | 2     | 3     | 4     |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1      | 1,000 | ,488  | ,401  | -,027 |
| 2      | ,488  | 1,000 | ,438  | ,038  |
| 3      | ,401  | ,438  | 1,000 | ,199  |
| 4      | -,027 | ,038  | ,199  | 1,000 |

Extraktionsmethode: PAF. Rotationsmethode: Promax mit Kaiser-Normalisierung.

Nach der Promax-Rotation der Extraktion ergeben sich vier Faktoren. Die erklärte Varianz der einzelnen extrahierten Faktoren ist aufgrund der obliquen Rotation nicht eindeutig, da die Faktoren substantiell miteinander korrelieren (siehe Tabelle 7-26). Ebenso können die Varianzen der einzelnen Faktoren nicht zu einer erklärten Gesamtvarianz addiert werden (siehe Tabelle 7-27).

Die Eignungs- und Bewertungsmerkmale weisen hohe bzw. sehr hohe Ladungen auf den extrahierten Faktoren auf. Die aufgeklärte Varianz (Kommunalität) der einzelnen Eignungs- und Bewertungsmerkmale durch die extrahierten Faktoren ist hoch bis sehr hoch (siehe Tabelle 7-28).

Insgesamt kann von einer eindeutigen 4-Faktorlösung gesprochen werden, die die Ergebnisse der MMTM-Matrizen bestätigen. Die vier Faktoren können anhand der eindeutigen Ladungen der Eignungs- und Bewertungsmerkmale als „Mission-Faktor“ 1-4 bezeichnet werden.

Tabelle 7-27: MMTM FPS-H – Erklärte Gesamtvarianz

| Faktor | Anfängliche Eigenwerte |               |              | Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion |               |              | Rotierte Summe der quadrierten Ladungen <sup>a</sup> |
|--------|------------------------|---------------|--------------|--|---------------|--------------|--|
|        | Gesamt                 | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt   | % der Varianz | Kumulierte % |  |
| 1      | 22,947                 | 62,018        | 62,018       | 22,882   | 61,843        | 61,843       | 16,864   |
| 2      | 5,582                  | 15,087        | 77,105       | 5,435  | 14,689        | 76,531       | 16,339   |
| 3      | 3,073                  | 8,306         | 85,411       | 2,988  | 8,076         | 84,607       | 13,339   |
| 4      | 2,631                  | 7,112         | 92,523       | 2,570  | 6,945         | 91,552       | 5,260  |
| 5      | ,370                   | ,999          | 93,522       |  |               |              |  |
| 6      | ,301                   | ,814          | 94,336       |  |               |              |  |
| 7      | ,217                   | ,587          | 94,923       |  |               |              |  |
| 8      | ,160                   | ,433          | 95,357       |  |               |              |  |
| 9      | ,156                   | ,422          | 95,779       |  |               |              |  |
| 10     | ,138                   | ,373          | 96,151       |  |               |              |  |
| 11     | ,127                   | ,344          | 96,496       |  |               |              |  |
| 12     | ,122                   | ,330          | 96,826       |  |               |              |  |
| 13     | ,106                   | ,286          | 97,112       |  |               |              |  |
| 14     | ,095                   | ,258          | 97,370       |  |               |              |  |
| 15     | ,082                   | ,222          | 97,592       |  |               |              |  |
| 16     | ,081                   | ,218          | 97,810       |  |               |              |  |
| 17     | ,074                   | ,201          | 98,011       |  |               |              |  |
| 18     | ,069                   | ,185          | 98,196       |  |               |              |  |
| 19     | ,065                   | ,175          | 98,371       |  |               |              |  |
| 20     | ,061                   | ,164          | 98,535       |  |               |              |  |
| 21     | ,054                   | ,145          | 98,680       |  |               |              |  |
| 22     | ,051                   | ,137          | 98,817       |  |               |              |  |
| 23     | ,048                   | ,130          | 98,947       |  |               |              |  |
| 24     | ,047                   | ,127          | 99,074       |  |               |              |  |
| 25     | ,043                   | ,117          | 99,191       |  |               |              |  |
| 26     | ,037                   | ,100          | 99,292       |  |               |              |  |
| 27     | ,036                   | ,097          | 99,388       |  |               |              |  |
| 28     | ,035                   | ,095          | 99,484       |  |               |              |  |
| 29     | ,033                   | ,089          | 99,573       |  |               |              |  |
| 30     | ,030                   | ,082          | 99,655       |  |               |              |  |
| 31     | ,026                   | ,070          | 99,725       |  |               |              |  |
| 32     | ,025                   | ,067          | 99,792       |  |               |              |  |
| 33     | ,023                   | ,062          | 99,854       |  |               |              |  |
| 34     | ,019                   | ,052          | 99,906       |  |               |              |  |
| 35     | ,015                   | ,041          | 99,946       |  |               |              |  |
| 36     | ,010                   | ,028          | 99,975       |  |               |              |  |
| 37     | ,009                   | ,025          | 100,000      |  |               |              |  |

Extraktionsmethode: PAF. a. Wenn Faktoren korreliert sind, können die Summen der quadrierten Ladungen nicht addiert werden, um eine Gesamtvarianz zu erhalten.

Tabelle 7-28: MMTM FPS-H – Mustermatrix<sup>a</sup> und Kommunalitäten

|                             | Faktoren |      |      |      | Kommunalitäten |            |
|-----------------------------|----------|------|------|------|----------------|------------|
|                             | 1        | 2    | 3    | 4    | Anfänglich     | Extraktion |
| Missionsnote 1              |          |      |      | ,993 | ,962           | ,987       |
| Aufmerksamkeitsverteilung 1 |          |      |      | ,901 | ,854           | ,837       |
| Psychomotorik 1             |          |      |      | ,892 | ,856           | ,820       |
| Handlungsentschiedenheit 1  |          |      |      | ,855 | ,764           | ,714       |
| Belastbarkeit 1             |          |      |      | ,797 | ,681           | ,641       |
| Lernerfolg 1                |          |      |      | ,944 | ,918           | ,892       |
| Missionsnote 2              |          |      | ,913 |      | ,987           | ,989       |
| räuml. Orientierung 2       |          |      | ,882 |      | ,955           | ,942       |
| Aufmerksamkeitsverteilung 2 |          |      | ,895 |      | ,958           | ,955       |
| Psychomotorik 2             |          |      | ,789 |      | ,926           | ,914       |
| Sitaware 2                  |          |      | ,896 |      | ,950           | ,946       |
| Handlungsentschiedenheit 2  |          |      | ,851 |      | ,935           | ,925       |
| Belastbarkeit 2             |          |      | ,824 |      | ,909           | ,876       |
| Lernerfolg 2                |          |      | ,879 |      | ,975           | ,965       |
| Missionsnote 3              |          | ,866 |      |      | ,986           | ,982       |
| Raumorientierung 3          |          | ,839 |      |      | ,953           | ,939       |
| Navigation 3                |          | ,817 |      |      | ,923           | ,912       |
| Aufmerksamkeitsverteilung 3 |          | ,790 |      |      | ,944           | ,926       |
| Mehrfacharbeit 3            |          | ,815 |      |      | ,949           | ,940       |
| Psychomotorik 3             |          | ,760 |      |      | ,938           | ,908       |
| SitAware 3                  |          | ,862 |      |      | ,976           | ,960       |
| Handlungsentschiedenheit 3  |          | ,825 |      |      | ,961           | ,955       |
| Belastbarkeit 3             |          | ,771 |      |      | ,905           | ,883       |
| Selbstbehauptung 3          |          | ,845 |      |      | ,962           | ,961       |
| Entscheidungsverhalten 3    |          | ,849 |      |      | ,970           | ,960       |
| Missionsnote 4              | ,901     |      |      |      | ,983           | ,981       |
| Raumorientierung 4          | ,820     |      |      |      | ,939           | ,907       |
| Navigation 4                | ,832     |      |      |      | ,933           | ,918       |
| Aufmerksamkeitsverteilung 4 | ,847     |      |      |      | ,941           | ,924       |
| Mehrfacharbeit 4            | ,856     |      |      |      | ,958           | ,949       |
| Psychomotorik 4             | ,783     |      |      |      | ,946           | ,902       |
| SitAware 4                  | ,884     |      |      |      | ,954           | ,938       |
| Handlungsentschiedenheit 4  | ,863     |      |      |      | ,946           | ,940       |
| Belastbarkeit 4             | ,849     |      |      |      | ,929           | ,900       |
| Selbstbehauptung 4          | ,867     |      |      |      | ,969           | ,970       |
| Entscheidungsverhalten 4    | ,887     |      |      |      | ,958           | ,942       |
| Lernerfolg 4                | ,838     |      |      |      | ,901           | ,872       |

Extraktionsmethode: PAF. Rotationsmethode: Promax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Die Rotation ist in 6 Iterationen konvergiert.

### 7.1.2 Faktoren der Eignungs- und Bewertungsmerkmale des FPS-F

Die Analyse der Faktorstruktur der Eignungs- und Bewertungsmerkmale des FPS-F wurde anhand der zur Verfügung stehenden Gesamtstichprobe (N=236) in Phase III durchgeführt.

Der KMO-Koeffizient von  $> .9$  und ein hochsignifikanter Bartlett-Test (Tabelle 7-29) sowie MSA-Koeffizienten von  $.882 - .969$  (auf die Darstellung der Anti-Image-Matrix wird aufgrund ihrer Größe verzichtet) indizieren sehr gute Voraussetzungen für die Durchführung einer PAF. Die berechneten Residuen zwischen beobachteten und reproduzierten Korrelationen weisen 122 (12%) nicht redundante Residuen mit absoluten Werten größer 0,05 auf.

Tabelle 7-29: MMTM FPS-F - KMO- und Bartlett-Test

|   |                           |           |
|---|---------------------------|-----------|
| Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin. |                           | ,948      |
| Bartlett-Test auf Sphärizität                       | Ungefähres Chi-Quadrat    | 16563,513 |
|   | df                        | 1770      |
|   | Signifikanz nach Bartlett | ,000      |

Aufgrund des Scree-Tests wurden vier Faktoren extrahiert (siehe Abbildung 7-2).

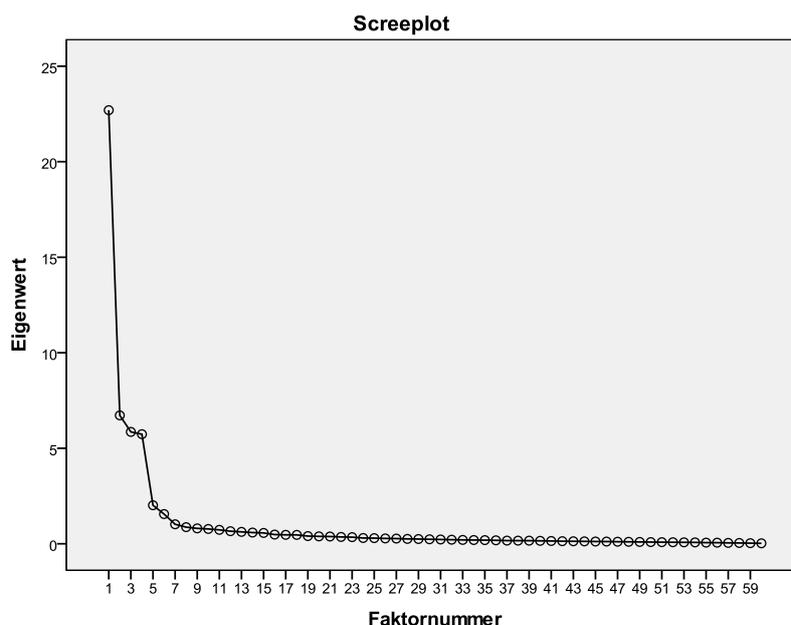


Abbildung 7-2: MMTM FPS-F – Screeplot

Tabelle 7-30: MMTM FPS-F – Korrelationsmatrix der Faktoren

| Faktor | 1     | 2     | 3     | 4     |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1      | 1,000 | ,274  | ,324  | ,282  |
| 2      | ,274  | 1,000 | ,290  | ,306  |
| 3      | ,324  | ,290  | 1,000 | ,300  |
| 4      | ,282  | ,306  | ,300  | 1,000 |

Extraktionsmethode: PAF. Rotationsmethode: Promax mit Kaiser-Normalisierung.

Nach der Promax-Rotation der Extraktion ergeben sich vier Faktoren. Die erklärte Varianz der einzelnen extrahierten Faktoren ist aufgrund der obliquen Rotation nicht eindeutig, da die Faktoren substantiell miteinander korrelieren (siehe Tabelle 7-30). Ebenso können die Varianzen der einzelnen Faktoren nicht zu einer erklärten Gesamtvarianz addiert werden (siehe Tabelle 7-31).

Die Eignungs- und Bewertungsmerkmale weisen mittlere, hohe bzw. sehr hohe Ladungen auf den extrahierten Faktoren auf. Die aufgeklärte Varianz (Kommunalität) der einzelnen Eignungs- und Bewertungsmerkmale durch die extrahierten Faktoren ist angemessen bis sehr hoch (siehe Tabelle 7-32). Es wurde eine 4-Faktorlösung gewählt, da einerseits die Nebenladungen einzelner Eignungs- und Bewertungsmerkmale nicht substantiell waren ( $<.3$ ) und andererseits die Stichprobengröße vergleichsweise klein ist, sodass keine angemessene Interpretation der übrigen Faktoren mit einem Eigenwert  $> 1$  möglich ist (vgl. Hair, Black, Babin, Anderson, & Tatham, 2006)

Insgesamt kann von einer 4-Faktorenlösung gesprochen werden, die die Ergebnisse der MMTM-Matrizen bestätigt. Die vier Faktoren können anhand der eindeutigen Ladungen der Eignungs- und Bewertungsmerkmale als „Mission-Faktor“ 1-4 bezeichnet werden.

Tabelle 7-31: MMTM FPS-F – Erklärte Gesamtvarianz

| Faktor | Anfängliche Eigenwerte |               |              | Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion |               |              | Rotierte Summe der quadrierten Ladungen <sup>a</sup> |
|--------|------------------------|---------------|--------------|--|---------------|--------------|--|
|        | Gesamt                 | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt   | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt   |
| 1      | 22,698                 | 37,830        | 37,830       | 22,408   | 37,347        | 37,347       | 14,015   |
| 2      | 6,722                  | 11,203        | 49,034       | 6,440  | 10,734        | 48,081       | 13,437   |
| 3      | 5,857                  | 9,762         | 58,795       | 5,563  | 9,271         | 57,352       | 13,790   |
| 4      | 5,736                  | 9,560         | 68,355       | 5,468  | 9,114         | 66,466       | 13,402   |
| 5      | 2,016                  | 3,361         | 71,716       |  |               |              |  |
| 6      | 1,556                  | 2,593         | 74,309       |  |               |              |  |
| 7      | 1,020                  | 1,701         | 76,010       |  |               |              |  |
| 8      | ,870                   | 1,450         | 77,460       |  |               |              |  |
| 9      | ,806                   | 1,343         | 78,803       |  |               |              |  |
| 10     | ,775                   | 1,292         | 80,095       |  |               |              |  |
| 11     | ,729                   | 1,215         | 81,310       |  |               |              |  |
| 12     | ,659                   | 1,098         | 82,407       |  |               |              |  |
| 13     | ,623                   | 1,038         | 83,445       |  |               |              |  |
| 14     | ,588                   | ,980          | 84,425       |  |               |              |  |
| 15     | ,567                   | ,946          | 85,371       |  |               |              |  |
| 16     | ,482                   | ,803          | 86,174       |  |               |              |  |
| 17     | ,468                   | ,779          | 86,953       |  |               |              |  |
| 18     | ,465                   | ,774          | 87,728       |  |               |              |  |
| 19     | ,403                   | ,672          | 88,400       |  |               |              |  |
| 20     | ,387                   | ,645          | 89,046       |  |               |              |  |
| ...    | ...                    | ...           | ...          |  |               |              |  |
| 50     | ,089                   | ,149          | 99,042       |  |               |              |  |
| 51     | ,084                   | ,141          | 99,183       |  |               |              |  |
| 52     | ,080                   | ,134          | 99,316       |  |               |              |  |
| 53     | ,076                   | ,126          | 99,443       |  |               |              |  |
| 54     | ,072                   | ,120          | 99,563       |  |               |              |  |
| 55     | ,060                   | ,100          | 99,663       |  |               |              |  |
| 56     | ,058                   | ,096          | 99,759       |  |               |              |  |
| 57     | ,046                   | ,077          | 99,836       |  |               |              |  |
| 58     | ,042                   | ,071          | 99,907       |  |               |              |  |
| 59     | ,032                   | ,053          | 99,959       |  |               |              |  |
| 60     | ,024                   | ,041          | 100,000      |  |               |              |  |

Extraktionsmethode: Hauptachsen-Faktorenanalyse. a. Wenn Faktoren korreliert sind, können die Summen der quadrierten Ladungen nicht addiert werden, um eine Gesamtvarianz zu erhalten.

Tabelle 7-32: MMTM FPS-F – Mustermatrix<sup>a</sup> und Kommunalitäten Teil 1

|                            | Faktor |      |   |      | Anfänglich | Extraktion |
|----------------------------|--------|------|---|------|------------|------------|
|                            | 1      | 2    | 3 | 4    |            |            |
| M1 Gesamt                  |        | ,929 |   |      | ,945       | ,935       |
| M1 Aufmerksamkeitsver.     |        | ,859 |   |      | ,849       | ,778       |
| M1 Automatisierungssch.    |        | ,877 |   |      | ,888       | ,836       |
| M1 Belastbarkeit           |        | ,877 |   |      | ,872       | ,832       |
| M1 Funksprechverkehr       |        | ,539 |   |      | ,617       | ,362       |
| M1 Handlungsentschied.     |        | ,835 |   |      | ,751       | ,683       |
| M1 Konzentration           |        | ,697 |   |      | ,657       | ,499       |
| M1 Leistungsbereitschaft   |        | ,692 |   |      | ,754       | ,513       |
| M1 Mehrfacharbeit          |        | ,813 |   |      | ,828       | ,765       |
| M1 Verfahrenkenntnisse     |        | ,688 |   |      | ,774       | ,592       |
| M1 Motorische Koordination |        | ,672 |   |      | ,715       | ,588       |
| M1 Streßverarbeitung       |        | ,616 |   |      | ,700       | ,450       |
| M1 Toleranz g. Mißerfolg   |        | ,493 |   |      | ,641       | ,281       |
| M1 Übungsfortschritt       |        | ,897 |   |      | ,851       | ,804       |
| M1 Um- und Übersicht       |        | ,882 |   |      | ,860       | ,788       |
| M2 Gesamt                  |        |      |   | ,940 | ,944       | ,929       |
| M2 Aufmerksamkeitsver.     |        |      |   | ,850 | ,839       | ,760       |
| M2 Automatisierungssch.    |        |      |   | ,831 | ,868       | ,797       |
| M2 Belastbarkeit           |        |      |   | ,844 | ,857       | ,806       |
| M2 Funksprechverkehr       |        |      |   | ,545 | ,608       | ,386       |
| M2 Handlungsentschied.     |        |      |   | ,740 | ,743       | ,658       |
| M2 Konzentration           |        |      |   | ,740 | ,667       | ,500       |
| M2 Leistungsbereitschaft   |        |      |   | ,667 | ,741       | ,510       |
| M2 Mehrfacharbeit          |        |      |   | ,757 | ,856       | ,762       |
| M2 Verfahrenkenntnisse     |        |      |   | ,722 | ,731       | ,535       |
| M2 Motorische Koordination |        |      |   | ,630 | ,624       | ,513       |
| M2 Streßverarbeitung       |        |      |   | ,653 | ,715       | ,478       |
| M2 Toleranz g. Mißerfolg   |        |      |   | ,494 | ,667       | ,324       |
| M2 Übungsfortschritt       |        |      |   | ,899 | ,866       | ,816       |
| M2 Um- und Übersicht       |        |      |   | ,859 | ,859       | ,787       |

Extraktionsmethode: PAF. Rotationsmethode: Promax mit Kaiser-Normalisierung. a. Die Rotation ist in 6 Iterationen konvergiert.

Tabelle 7-33: MMTM FPS-F – Mustermatrix<sup>a</sup> und Kommunalitäten Teil 2

|                            | Faktor |   |      |   | Anfänglich | Extraktion |
|----------------------------|--------|---|------|---|------------|------------|
|                            | 1      | 2 | 3    | 4 |            |            |
| M3 Gesamt                  |        |   | ,941 |   | ,958       | ,954       |
| M3 Aufmerksamkeitsver.     |        |   | ,801 |   | ,877       | ,823       |
| M3 Automatisierungssch.    |        |   | ,863 |   | ,878       | ,853       |
| M3 Belastbarkeit           |        |   | ,909 |   | ,921       | ,899       |
| M3 Funksprechverkehr       |        |   | ,347 |   | ,604       | ,310       |
| M3 Handlungsentschied.     |        |   | ,855 |   | ,805       | ,717       |
| M3 Konzentration           |        |   | ,654 |   | ,632       | ,446       |
| M3 Leistungsbereitschaft   |        |   | ,608 |   | ,807       | ,532       |
| M3 Mehrfacharbeit          |        |   | ,834 |   | ,858       | ,810       |
| M3 Verfahrenkenntnisse     |        |   | ,626 |   | ,771       | ,535       |
| M3 Motorische Koordination |        |   | ,698 |   | ,736       | ,544       |
| M3 Streßverarbeitung       |        |   | ,643 |   | ,766       | ,479       |
| M3 Toleranz g. Mißerfolg   |        |   | ,559 |   | ,681       | ,384       |
| M3 Übungsfortschritt       |        |   | ,972 |   | ,905       | ,879       |
| M3 Um- und Übersicht       |        |   | ,928 |   | ,891       | ,879       |
| M4 Gesamtergebnis          | ,959   |   |      |   | ,964       | ,950       |
| M4 Aufmerksamkeitsver.     | ,861   |   |      |   | ,852       | ,795       |
| M4 Automatisierungsschn.   | ,844   |   |      |   | ,879       | ,842       |
| M4 Belastbarkeit           | ,903   |   |      |   | ,938       | ,900       |
| M4 Funksprechverkehr       | ,686   |   |      |   | ,753       | ,618       |
| M4 Handlungsentschied.     | ,834   |   |      |   | ,843       | ,790       |
| M4 Konzentration           | ,850   |   |      |   | ,798       | ,691       |
| M4 Leistungsbereitschaft   | ,554   |   |      |   | ,780       | ,462       |
| M4 Mehrfacharbeit          | ,829   |   |      |   | ,895       | ,871       |
| M4 Verfahrenkenntnisse     | ,695   |   |      |   | ,767       | ,580       |
| M4 Motorische Koordination | ,595   |   |      |   | ,729       | ,602       |
| M4 Streßverarbeitung       | ,810   |   |      |   | ,834       | ,666       |
| M4 Toleranz g. Mißerfolg   | ,772   |   |      |   | ,795       | ,594       |
| M4 Übungsfortschritt       | ,619   |   |      |   | ,569       | ,385       |
| M4 Um- und Übersicht       | ,896   |   |      |   | ,900       | ,826       |

Extraktionsmethode: PAF. Rotationsmethode: Promax mit Kaiser-Normalisierung. a. Die Rotation ist in 6 Iterationen konvergiert.

## 7.2 Anti-Image Matrizen

Tabelle 7-34: PMT 1.Stichprobe - Anti-Image-Matrix

|                        |          | PMTA              | PMTB              | PMTC              | PMTtiall          | PMTABW            |
|------------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Anti-Image-Kovarianz   | PMTA     | ,035              | -,016             | ,002              | ,030              | -,038             |
|                        | PMTB     | -,016             | ,040              | -,036             | -,005             | ,013              |
|                        | PMTC     | ,002              | -,036             | ,059              | ,004              | ,013              |
|                        | PMTtiall | ,030              | -,005             | ,004              | ,042              | -,056             |
|                        | PMTABW   | -,038             | ,013              | ,013              | -,056             | ,308              |
| Anti-Image-Korrelation | PMTA     | ,770 <sup>a</sup> | -,433             | ,052              | ,803              | -,366             |
|                        | PMTB     | -,433             | ,810 <sup>a</sup> | -,744             | -,119             | ,122              |
|                        | PMTC     | ,052              | -,744             | ,848 <sup>a</sup> | ,089              | ,094              |
|                        | PMTtiall | ,803              | -,119             | ,089              | ,782 <sup>a</sup> | -,496             |
|                        | PMTABW   | -,366             | ,122              | ,094              | -,496             | ,853 <sup>a</sup> |

a. Maß der Stichprobeneignung

Tabelle 7-35: PMT 2.Stichprobe - Anti-Image-Matrix

|                        |          | PMTA              | PMTB              | PMTC              | PMTtiall          | PMTABW            |
|------------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Anti-Image-Kovarianz   | PMTA     | ,041              | -,016             | ,000              | ,034              | -,036             |
|                        | PMTB     | -,016             | ,049              | -,041             | -,003             | ,011              |
|                        | PMTC     | ,000              | -,041             | ,065              | ,004              | ,017              |
|                        | PMTtiall | ,034              | -,003             | ,004              | ,046              | -,055             |
|                        | PMTABW   | -,036             | ,011              | ,017              | -,055             | ,311              |
| Anti-Image-Korrelation | PMTA     | ,789 <sup>a</sup> | -,362             | -,008             | ,792              | -,319             |
|                        | PMTB     | -,362             | ,830 <sup>a</sup> | -,725             | -,055             | ,092              |
|                        | PMTC     | -,008             | -,725             | ,854 <sup>a</sup> | ,065              | ,122              |
|                        | PMTtiall | ,792              | -,055             | ,065              | ,794 <sup>a</sup> | -,459             |
|                        | PMTABW   | -,319             | ,092              | ,122              | -,459             | ,876 <sup>a</sup> |

a. Maß der Stichprobeneignung

## 7.3 Regressionsanalysen Phase III

Tabelle 7-36: FPS-H - Klassifizierungstabelle<sup>a,b</sup>

| Beobachtet        |           |   | Vorhergesagt |   |                              |
|-------------------|-----------|---|--------------|---|------------------------------|
|                   |           |   | Pass_Fail    |   | Prozentsatz der<br>Richtigen |
|                   |           |   | 0            | 1 |                              |
| Schritt 0         | Pass_Fail | 0 | 74           | 0 | 100,0                        |
|                   |           | 1 | 68           | 0 | ,0                           |
| Gesamtprozentsatz |           |   |              |   | 52,1                         |

a. Konstante in das Modell einbezogen.

b. Der Trennwert lautet ,500

Tabelle 7-37: FPS-H - Iterationsprotokoll<sup>a,b,c,d,e</sup>

| Iteration |   | -2 Log-<br>Likelihood | Koeffizienten |           |      |       |        |
|-----------|---|-----------------------|---------------|-----------|------|-------|--------|
|           |   |                       | Constant      | WFT_SCORE | PMTC | ICA3  | SMT_RU |
| Schritt 1 | 1 | 184,367               | -3,066        | ,068      |      |       |        |
|           | 2 | 184,304               | -3,311        | ,073      |      |       |        |
|           | 3 | 184,304               | -3,314        | ,073      |      |       |        |
|           | 4 | 184,304               | -3,314        | ,073      |      |       |        |
| Schritt 2 | 1 | 176,950               | -3,634        | ,061      | ,020 |       |        |
|           | 2 | 176,609               | -4,194        | ,071      | ,023 |       |        |
|           | 3 | 176,608               | -4,221        | ,071      | ,023 |       |        |
|           | 4 | 176,608               | -4,221        | ,071      | ,023 |       |        |
| Schritt 3 | 1 | 170,370               | -3,750        | ,061      | ,023 | -,400 |        |
|           | 2 | 169,630               | -4,492        | ,073      | ,028 | -,490 |        |
|           | 3 | 169,626               | -4,551        | ,074      | ,028 | -,498 |        |
|           | 4 | 169,626               | -4,552        | ,074      | ,028 | -,498 |        |
| Schritt 4 | 1 | 164,332               | -4,851        | ,056      | ,022 | -,397 | ,028   |
|           | 2 | 162,662               | -6,233        | ,071      | ,030 | -,521 | ,037   |
|           | 3 | 162,632               | -6,447        | ,073      | ,031 | -,540 | ,038   |
|           | 4 | 162,632               | -6,451        | ,073      | ,031 | -,540 | ,038   |
|           | 5 | 162,632               | -6,451        | ,073      | ,031 | -,540 | ,038   |

a: Methode: Vorwärts Schrittweise (Konditional), b: Konstante in das Modell einbezogen; c: Anfängliche -2 Log-Likelihood: 196,600; d: Schätzung beendet bei Iteration Nummer 4, weil die Parameterschätzer sich um weniger als ,001 änderten; e: Schätzung beendet bei Iteration Nummer 5, weil die Parameterschätzer sich um weniger als ,001 änderten.

Tabelle 7-38: FPS-F - Klassifizierungstabelle<sup>a,b</sup>

| Beobachtet        |             | Vorhergesagt |     |                 |
|-------------------|-------------|--------------|-----|-----------------|
|                   |             | Pass_Fail    |     | Prozentsatz der |
|                   |             | 0            | 1   | Richtigen       |
| Schritt 0         | Pass_Fail 0 | 0            | 120 | ,0              |
|                   | 1           | 0            | 145 | 100,0           |
| Gesamtprozentsatz |             |              |     | 54,7            |

a. Konstante in das Modell einbezogen. b. Der Trennwert lautet ,500

Tabelle 7-39: FPS-F - Iterationsprotokoll<sup>a,b,c,d</sup>

| Iteration | -2 Log-Likelihood | Koeffizienten |           |       |           |      |         |      |
|-----------|-------------------|---------------|-----------|-------|-----------|------|---------|------|
|           |                   | Constant      | PMTAB1000 | ICA5  | PTV_SCORE | SMT3 | INCO_RW |      |
| Schritt 1 | 1                 | 294,559       | 1,958     | -,067 |           |      |         |      |
|           | 2                 | 288,879       | 2,599     | -,093 |           |      |         |      |
|           | 3                 | 288,705       | 2,728     | -,099 |           |      |         |      |
|           | 4                 | 288,705       | 2,732     | -,099 |           |      |         |      |
|           | 5                 | 288,705       | 2,732     | -,099 |           |      |         |      |
| Schritt 2 | 1                 | 286,455       | 1,842     | -,067 | ,325      |      |         |      |
|           | 2                 | 278,856       | 2,536     | -,096 | ,449      |      |         |      |
|           | 3                 | 278,540       | 2,706     | -,104 | ,480      |      |         |      |
|           | 4                 | 278,539       | 2,715     | -,105 | ,481      |      |         |      |
|           | 5                 | 278,539       | 2,715     | -,105 | ,481      |      |         |      |
| Schritt 3 | 1                 | 282,968       | ,762      | -,065 | ,278      | ,036 |         |      |
|           | 2                 | 274,469       | 1,067     | -,096 | ,389      | ,050 |         |      |
|           | 3                 | 274,081       | 1,142     | -,104 | ,419      | ,054 |         |      |
|           | 4                 | 274,079       | 1,146     | -,104 | ,420      | ,055 |         |      |
|           | 5                 | 274,079       | 1,146     | -,104 | ,420      | ,055 |         |      |
| Schritt 4 | 1                 | 278,996       | ,554      | -,064 | ,273      | ,039 | ,234    |      |
|           | 2                 | 270,161       | ,803      | -,094 | ,398      | ,055 | ,298    |      |
|           | 3                 | 269,735       | ,862      | -,102 | ,434      | ,060 | ,318    |      |
|           | 4                 | 269,733       | ,865      | -,103 | ,436      | ,060 | ,319    |      |
|           | 5                 | 269,733       | ,865      | -,103 | ,436      | ,060 | ,319    |      |
| Schritt 5 | 1                 | 274,963       | -1,282    | -,060 | ,145      | ,042 | ,234    | ,054 |
|           | 2                 | 266,235       | -1,416    | -,089 | ,239      | ,059 | ,312    | ,065 |
|           | 3                 | 265,796       | -1,464    | -,097 | ,265      | ,064 | ,336    | ,068 |
|           | 4                 | 265,795       | -1,468    | -,098 | ,267      | ,064 | ,337    | ,069 |
|           | 5                 | 265,795       | -1,468    | -,098 | ,267      | ,064 | ,337    | ,069 |
| Schritt 6 | 1                 | 276,380       | -1,782    | -,059 |           | ,047 | ,235    | ,067 |
|           | 2                 | 268,364       | -2,282    | -,086 |           | ,066 | ,313    | ,087 |
|           | 3                 | 267,990       | -2,433    | -,094 |           | ,071 | ,335    | ,092 |
|           | 4                 | 267,989       | -2,443    | -,094 |           | ,071 | ,336    | ,093 |
|           | 5                 | 267,989       | -2,443    | -,094 |           | ,071 | ,336    | ,093 |

a. Methode: Vorwärts Schrittweise (Konditional) b. Konstante in das Modell einbezogen. c. Anfängliche -2 Log-Likelihood: 365,006 d. Schätzung beendet bei Iteration Nummer 5, weil die Parameterschätzer sich um weniger als ,001 änderten.

## **8 Eidesstattliche Erklärung**

**Erklärung bzgl. §8 (2) 5., 6. ,7. der Promotionsordnung**  
zur Verleihung des akademischen Grades Dr.-Ing. oder Dr. rer. sec. im Fachbereich  
D – Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Sicherheitstechnik  
an der Bergischen Universität Wuppertal  
vom 04.12.2006

Hiermit erkläre ich, dass ich die Dissertation selbstständig verfasst habe, nur die in der Dissertation angegebenen Hilfsmittel benutzt habe und alle wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche gekennzeichnet habe.

Ich versichere, dass ich bis jetzt keine Promotionsanträge an einer Universität oder Hochschule eingereicht habe.

Daniel Seitz