

# **I Inhaltsverzeichnis**

|            |                                                                                                                      |              |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>II</b>  | <b>Abbildungsverzeichnis.....</b>                                                                                    | <b>IX</b>    |
| <b>III</b> | <b>Tabellenverzeichnis .....</b>                                                                                     | <b>XI</b>    |
| <b>IV</b>  | <b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>                                                                                   | <b>XIV</b>   |
| <b>V</b>   | <b>Zusammenfassung .....</b>                                                                                         | <b>XV</b>    |
| <b>VI</b>  | <b>Abstract.....</b>                                                                                                 | <b>XVIII</b> |
| <b>1</b>   | <b>Einleitung.....</b>                                                                                               | <b>1</b>     |
| <b>2</b>   | <b>High Reliability Organizations .....</b>                                                                          | <b>6</b>     |
| <b>3</b>   | <b>Mensch und Automation .....</b>                                                                                   | <b>12</b>    |
| 3.1        | Klärung zentraler Begrifflichkeiten im Kontext der Automatisierung .....                                             | 12           |
| 3.2        | Automationsmodelle .....                                                                                             | 15           |
| 3.3        | Die Rolle des Menschen in Interaktion mit Automation .....                                                           | 20           |
| 3.4        | Herausforderungen der Nutzung von Automation.....                                                                    | 25           |
| <b>4</b>   | <b>Gestaltung der Human-Automation Interaction .....</b>                                                             | <b>37</b>    |
| 4.1        | Menschenzentrierte Automatisierung .....                                                                             | 38           |
| 4.2        | Leitprinzipien menschengerechter Arbeitsgestaltung .....                                                             | 43           |
| 4.2.1      | Zentrale Bedürfnisse des Menschen als Grundlage für Wohlbefinden .....                                               | 43           |
| 4.2.2      | Zentrale Aufgabenmerkmale einer menschengerechten Arbeitsgestaltung ...                                              | 45           |
| 4.2.3      | Die Handlungsregulationstheorie im Kontext einer menschengerechten<br>Arbeitsgestaltung .....                        | 48           |
| 4.3        | Joint Cognitive System .....                                                                                         | 53           |
| <b>5</b>   | <b>Der Forschungsbedarf und das methodische Vorgehen .....</b>                                                       | <b>58</b>    |
| 5.1        | Ableitung des Forschungsbedarfs .....                                                                                | 58           |
| 5.2        | Ein Überblick über das methodische Vorgehen.....                                                                     | 62           |
| <b>6</b>   | <b>Das Arbeitsfeld der Flugsicherung.....</b>                                                                        | <b>66</b>    |
| 6.1        | Die Fluglots:innen-Tätigkeit im Tower versus Center .....                                                            | 66           |
| 6.2        | Automatisierungshistorie in der kooperierenden Flugsicherung .....                                                   | 68           |
| <b>7</b>   | <b>Verständnisgenerierung bzgl. der Arbeitstätigkeit und Automation der<br/>Fluglots:innen (AP 1).....</b>           | <b>73</b>    |
| 7.1        | Vorgehen der Arbeitsplatzbeobachtungen .....                                                                         | 73           |
| 7.2        | Erkenntnisse aus den Arbeitsplatzbeobachtungen .....                                                                 | 75           |
| 7.2.1      | Aufbau eines Mental Pictures mithilfe der zur Verfügung stehenden Tools .                                            | 75           |
| 7.2.2      | Routine spielt eine große Rolle .....                                                                                | 76           |
| 7.2.3      | Erfahrungswissen einbringen .....                                                                                    | 76           |
| 7.2.4      | Der eigene aktive und kreative Beitrag ist wichtig.....                                                              | 77           |
| 7.2.5      | Die Arbeitsweise und das Rollenverständnis verändern sich .....                                                      | 78           |
| 7.2.6      | Der Umgang mit dem System muss geübt sein.....                                                                       | 79           |
| 7.2.7      | Der Mensch ist dem System stellenweise voraus .....                                                                  | 79           |
| 7.3        | Diskussion der Arbeitsplatzbeobachtungen .....                                                                       | 80           |
| <b>8</b>   | <b>Zugang zur subjektbezogenen Betroffenenperspektive bzgl. der<br/>Auswirkungen der Automatisierung (AP 2).....</b> | <b>83</b>    |
| 8.1        | Bisheriger Forschungsstand zu den veränderten Anforderungen an<br>Fluglots:innen.....                                | 84           |
| 8.2        | Methode der Fluglots:innen-Interviews .....                                                                          | 91           |

|           |                                                                                                                                                             |            |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.2.1     | Stichprobe .....                                                                                                                                            | 93         |
| 8.2.2     | Interviewdurchführung .....                                                                                                                                 | 94         |
| 8.2.3     | Interviewauswertung .....                                                                                                                                   | 96         |
| 8.3       | Ergebnisse aus den Fluglots:innen-Interviews .....                                                                                                          | 96         |
| 8.3.1     | Stand der Automatisierung in der Flugsicherung .....                                                                                                        | 97         |
| 8.3.2     | Wahrgenommene Vor- und Nachteile der Automatisierung .....                                                                                                  | 102        |
| 8.3.3     | Das Berufsbild der Fluglots:innen wandelt sich .....                                                                                                        | 107        |
| 8.3.4     | Motivationale Veränderungen .....                                                                                                                           | 113        |
| 8.3.5     | Ängste und Wünsche der Fluglots:innen .....                                                                                                                 | 116        |
| 8.3.6     | Zwischenfazit zur veränderten Arbeitsweise .....                                                                                                            | 120        |
| 8.4       | Die ergänzende Perspektive der Piloten .....                                                                                                                | 122        |
| 8.5       | Diskussion der Fluglots:innen-Interviews .....                                                                                                              | 123        |
| 8.5.1     | Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse .....                                                                                                     | 124        |
| 8.5.2     | Limitationen und Gütekriterien .....                                                                                                                        | 132        |
| <b>9</b>  | <b>Verifizierung der bisherigen Ergebnisse zu den Auswirkungen der Automatisierung mit Expert:innen aus der Flugsicherung (AP 3a) .....</b>                 | <b>135</b> |
| 9.1       | Vorgehen der Expert:innen-Workshops .....                                                                                                                   | 135        |
| 9.2       | Ergebnisse aus den Expert:innen-Workshops .....                                                                                                             | 140        |
| 9.2.1     | Statement 1: Die wandelnde Rolle .....                                                                                                                      | 140        |
| 9.2.2     | Statement 2: Zwischenmenschliche Aspekte gehen verloren .....                                                                                               | 141        |
| 9.2.3     | Statement 3: Anforderungsanstieg .....                                                                                                                      | 142        |
| 9.2.4     | Statement 4: Eigenleben des Systems .....                                                                                                                   | 143        |
| 9.2.5     | Blitzlichttrunde .....                                                                                                                                      | 143        |
| 9.2.6     | Ein Blick auf die Zukunft der Flugsicherung .....                                                                                                           | 144        |
| 9.3       | Diskussion der Expert:innen-Workshops .....                                                                                                                 | 146        |
| <b>10</b> | <b>Einbezug weiterer Branchen zu den Auswirkungen zunehmender Automatisierung und Prüfung der Umsetzbarkeit eines Human-Autonomy Teamings (AP 3b) .....</b> | <b>149</b> |
| 10.1      | Methode der Expert:innen-Befragung .....                                                                                                                    | 150        |
| 10.1.1    | Stichprobe .....                                                                                                                                            | 151        |
| 10.1.2    | Interviewdurchführung .....                                                                                                                                 | 152        |
| 10.1.3    | Interviewauswertung .....                                                                                                                                   | 154        |
| 10.1.4    | Begleitende Literaturrecherche .....                                                                                                                        | 155        |
| 10.2      | Ergebnisse aus der Expert:innen-Befragung .....                                                                                                             | 155        |
| 10.2.1    | Automatisierung aus Sicht der Expert:innen .....                                                                                                            | 155        |
| 10.2.2    | Anforderungen für ein erfolgreiches Human-Autonomy Teaming .....                                                                                            | 161        |
| 10.2.2.1  | Das Paradigma der Heterarchie .....                                                                                                                         | 164        |
| 10.2.2.2  | Sicherheit und Zuverlässigkeit .....                                                                                                                        | 165        |
| 10.2.2.3  | Transparenz und Erklärbarkeit .....                                                                                                                         | 165        |
| 10.2.2.4  | Beachtung der menschlichen Bedürfnisse .....                                                                                                                | 166        |
| 10.2.2.5  | Beachtung der menschlichen Emotionen .....                                                                                                                  | 167        |
| 10.2.2.6  | Systemwissen .....                                                                                                                                          | 168        |
| 10.2.2.7  | Datenpreisgabe .....                                                                                                                                        | 168        |
| 10.2.2.8  | Verstehen des übergeordneten Arbeitsziels .....                                                                                                             | 168        |
| 10.2.2.9  | Antizipation des mentalen Zustands .....                                                                                                                    | 169        |
| 10.2.2.10 | Stärkenbasierte und flexible Funktionszuweisung .....                                                                                                       | 169        |
| 10.2.3    | Veränderte Anforderungen an Beschäftigte und zukünftige Entwicklungen .....                                                                                 | 171        |
| 10.3      | Diskussion der Expert:innen-Befragung .....                                                                                                                 | 172        |
| 10.3.1    | Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse .....                                                                                                     | 172        |

|            |                                                                                                    |            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.3.2     | Abgeleiteter Forschungsbedarf zum Human-Autonomy Teaming.....                                      | 175        |
| 10.3.3     | Limitationen und Gütekriterien .....                                                               | 177        |
| <b>11</b>  | <b>Analyse des Wohlbefindens und der Automationswahrnehmung der<br/>Fluglots:innen (AP 4).....</b> | <b>180</b> |
| 11.1       | Methode der Online-Befragung .....                                                                 | 182        |
| 11.1.1     | Stichprobe .....                                                                                   | 183        |
| 11.1.2     | Design und Fragebogen .....                                                                        | 184        |
| 11.2       | Ergebnisse aus der Online-Befragung.....                                                           | 194        |
| 11.2.1     | Vorausgehende Datenanalysen .....                                                                  | 195        |
| 11.2.2     | Bedürfnisse im Arbeitskontext .....                                                                | 196        |
| 11.2.2.1   | Wichtigkeit der Bedürfniserfüllung.....                                                            | 196        |
| 11.2.2.2   | Ausmaß der Bedürfniserfüllung an einem guten Arbeitstag .....                                      | 199        |
| 11.2.2.3   | Ausmaß der Bedürfniserfüllung an einem schlechten Arbeitstag .....                                 | 203        |
| 11.2.2.4   | Gemittelttes Ausmaß der Bedürfniserfüllung im Arbeitskontext .....                                 | 206        |
| 11.2.3     | Automationsfacetten .....                                                                          | 209        |
| 11.2.4     | Sonderaufgaben .....                                                                               | 211        |
| 11.3       | Diskussion der Online-Befragung.....                                                               | 213        |
| 11.3.1     | Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse.....                                             | 213        |
| 11.3.2     | Limitationen und Gütekriterien .....                                                               | 218        |
| <b>12</b>  | <b>Adaptierbare Automation als ein menschenzentrierter Gestaltungsansatz<br/>(AP 5) .....</b>      | <b>222</b> |
| 12.1       | Flexible Automation .....                                                                          | 222        |
| 12.1.1     | Differenzierung zwischen adaptiver und adaptierbarer Automation .....                              | 224        |
| 12.1.2     | Empirischer Stand zur adaptiven und adaptierbaren Automation .....                                 | 225        |
| 12.1.3     | Der Nutzen adaptierbarer Automation für die Flugsicherung .....                                    | 228        |
| 12.1.4     | Herleitung der Hypothesen.....                                                                     | 230        |
| 12.1.4.1   | Leistung .....                                                                                     | 231        |
| 12.1.4.2   | Autonomieerleben .....                                                                             | 232        |
| 12.1.4.3   | Kompetenzerleben .....                                                                             | 233        |
| 12.1.4.4   | Zufriedenheit mit der Automation.....                                                              | 234        |
| 12.1.4.5   | Rollenwahrnehmung.....                                                                             | 235        |
| 12.1.4.6   | Subjektiver Workload.....                                                                          | 236        |
| 12.2       | Studie 1: Online-Experiment mit Noviz:innen .....                                                  | 237        |
| 12.2.1     | Methode des Online-Experiments mit Noviz:innen .....                                               | 237        |
| 12.2.1.1   | Stichprobe .....                                                                                   | 238        |
| 12.2.1.2   | Aufgaben und Automation .....                                                                      | 240        |
| 12.2.1.2.1 | Primäraufgabe.....                                                                                 | 240        |
| 12.2.1.2.2 | Sekundäraufgabe .....                                                                              | 241        |
| 12.2.1.2.3 | Automationsunterstützung.....                                                                      | 242        |
| 12.2.1.3   | Experimenteller Ablauf .....                                                                       | 244        |
| 12.2.1.4   | Erhebungsinstrumente .....                                                                         | 248        |
| 12.2.1.4.1 | Abhängige Variablen.....                                                                           | 248        |
| 12.2.1.4.2 | Kontrollvariablen.....                                                                             | 250        |
| 12.2.1.4.3 | Variablen der explorativen Analyse .....                                                           | 253        |
| 12.2.1.4.4 | Attention und Manipulation Check .....                                                             | 256        |
| 12.2.2     | Ergebnisse aus dem Online-Experiment mit Noviz:innen .....                                         | 257        |
| 12.2.2.1   | Vorausgehende Datenanalysen.....                                                                   | 257        |
| 12.2.2.2   | Die Leistungsdaten .....                                                                           | 262        |
| 12.2.2.2.1 | Gesamtleistung .....                                                                               | 263        |
| 12.2.2.2.2 | Leistung in der Primäraufgabe .....                                                                | 265        |

|                                                                      |             |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|
| 12.2.2.2.3 Leistung in der Sekundäraufgabe .....                     | 267         |
| 12.2.2.3 Die Wahrnehmung der Automationssysteme .....                | 268         |
| 12.2.2.4 Explorative Analysen .....                                  | 273         |
| 12.2.3 Diskussion des Online-Experiments mit Noviz:innen.....        | 281         |
| 12.3 Studie 2: Online-Experiment mit Fluglots:innen .....            | 288         |
| 12.3.1 Methode des Online-Experiments mit Fluglots:innen.....        | 289         |
| 12.3.2 Ergebnisse aus dem Online-Experiment mit Fluglots:innen ..... | 296         |
| 12.3.2.1 Vorausgehende Datenanalysen.....                            | 296         |
| 12.3.2.2 Die Leistungsdaten .....                                    | 301         |
| 12.3.2.2.1 Gesamtleistung .....                                      | 301         |
| 12.3.2.2.2 Leistung in der Primäraufgabe .....                       | 303         |
| 12.3.2.2.3 Leistung in der Sekundäraufgabe .....                     | 305         |
| 12.3.2.3 Die Wahrnehmung der Automationssysteme .....                | 306         |
| 12.3.2.4 Explorative Analysen .....                                  | 311         |
| 12.3.3 Diskussion des Online-Experiments mit Fluglots:innen .....    | 318         |
| 12.4 Diskussion beider experimenteller Studien.....                  | 322         |
| 12.4.1 Praktische Implikationen .....                                | 327         |
| 12.4.2 Limitationen und Stärken .....                                | 327         |
| 12.4.3 Fazit .....                                                   | 331         |
| <b>13 Gesamtdiskussion der Arbeit.....</b>                           | <b>332</b>  |
| 13.1 Zusammenschau der Ergebnisse .....                              | 332         |
| 13.2 Beantwortung der Leitfragen der Arbeit .....                    | 342         |
| 13.3 Methodenreflexion .....                                         | 350         |
| 13.4 Ausblick .....                                                  | 357         |
| 13.5 Beitrag der Arbeit und Fazit.....                               | 359         |
| <b>VII Literaturverzeichnis .....</b>                                | <b>XXI</b>  |
| <b>VIII Eigenständigkeitserklärung .....</b>                         | <b>LIII</b> |

## II Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 1. Klassifikationsschema technologienutzender Organisationen (in Anlehnung an Roberts, 1989, S. 113).....                                                                                                                                                                                                                              | 10  |
| Abbildung 2. Die vier Stufen der Informationsverarbeitung als Grundlage zur Beschreibung der Automatisierung verschiedener Funktionen (in Anlehnung an Parasuraman et al., 2000, S. 287). ....                                                                                                                                                   | 17  |
| Abbildung 3. Das Automationsmodell nach Parasuraman et al. (2000, S. 288).....                                                                                                                                                                                                                                                                   | 19  |
| Abbildung 4. Steigender Automationsgrad (DOA) mit fortschreitender Automationsstufe und zunehmendem Automationslevel (in Anlehnung an Wickens et al., 2010, S. 389).....                                                                                                                                                                         | 20  |
| Abbildung 5. Übersicht über mögliche Herausforderungen der Automationsnutzung für den Menschen. ....                                                                                                                                                                                                                                             | 25  |
| Abbildung 6. Das Job Characteristics Model nach Hackman und Oldham (1975, S. 161). ..                                                                                                                                                                                                                                                            | 47  |
| Abbildung 7. Das Modell der hierarchisch-sequentiellen Handlungsorganisation (in Anlehnung an Volpert, 1982, S. 43). ....                                                                                                                                                                                                                        | 50  |
| Abbildung 8. Contextual Control Model (in Anlehnung an Hollnagel & Woods, 2005, S. 20).....                                                                                                                                                                                                                                                      | 55  |
| Abbildung 9. Das Konzept eines Joint Cognitive Systems. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 56  |
| Abbildung 10. Ganzheitlicher Methodenansatz unter Berücksichtigung des MTO-Konzepts von Ulich (1997).....                                                                                                                                                                                                                                        | 63  |
| Abbildung 11. Schematische Darstellung der aufeinander aufbauenden Arbeitspakete. ....                                                                                                                                                                                                                                                           | 63  |
| Abbildung 12. Beispielhafte Darstellung des Arbeitsplatzes der Center-Fluglots:innen.....                                                                                                                                                                                                                                                        | 67  |
| Abbildung 13. Beispielhafter Überblick über die verschiedenen Automationsentwicklungen. ....                                                                                                                                                                                                                                                     | 70  |
| Abbildung 14. Vereinfachte Darstellung zum Stand des heutigen Automationsgrades in der kooperierenden Flugsicherung am Standort 1 (S1, Position der roten Rauten) und Standort 2 (S2, Position der blauen Rauten) im Vergleich zum früheren manuellen Papierstreifensystem (Position der Kreise) in Anlehnung an Parasuraman et al. (2000). .... | 98  |
| Abbildung 15. Schematische Darstellung zu den in den Interviews identifizierten Veränderungen des Berufsbildes der Fluglots:innen. ....                                                                                                                                                                                                          | 107 |
| Abbildung 16. Geclusterte Ängste und Wünsche der Fluglots:innen bzgl. zunehmender Automatisierung.....                                                                                                                                                                                                                                           | 120 |
| Abbildung 17. Vereinfachte Darstellung des Spannungsfeldes (schraffierte Fläche) zwischen den insgesamt gestiegenen Anforderungen an das Personal und den reduzierten aktiven Anwendungsmöglichkeiten infolge zunehmender Automatisierung.....                                                                                                   | 122 |
| Abbildung 18. Modell der identifizierten Schlüsselaspekte für eine erfolgreiche Realisierung der Automation als Teamplayer des Menschen.....                                                                                                                                                                                                     | 171 |
| Abbildung 19. Schematische Darstellung des Ablaufs der Online-Befragung. ....                                                                                                                                                                                                                                                                    | 186 |
| Abbildung 20. Ausmaß der Wichtigkeit der Bedürfniserfüllungen im Arbeitskontext insgesamt und getrennt für die beiden Standorte.....                                                                                                                                                                                                             | 199 |
| Abbildung 21. Ausmaß der Bedürfniserfüllungen an einem guten Arbeitstag insgesamt und getrennt für die beiden Standorte.....                                                                                                                                                                                                                     | 202 |

|                                                                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 22. Ausmaß der Bedürfniserfüllungen an einem schlechten Arbeitstag insgesamt und getrennt für die beiden Standorte .....                                                                                     | 205 |
| Abbildung 23. Ausmaß der gemittelten Bedürfniserfüllungen insgesamt und getrennt für die beiden Standorte.....                                                                                                         | 208 |
| Abbildung 24. Versuch einer Zusammenstellung der Vorteile adaptierbarer Automation gegenüber adaptiven Ansätzen aus Sicht der Nutzenden .....                                                                          | 228 |
| Abbildung 25. Screenshot der Primäraufgabe.....                                                                                                                                                                        | 241 |
| Abbildung 26. Screenshot der Sekundäraufgabe. ....                                                                                                                                                                     | 242 |
| Abbildung 27. Screenshot der drei verschiedenen Assistenzsystemen.....                                                                                                                                                 | 243 |
| Abbildung 28. Überblick über den experimentellen Ablauf .....                                                                                                                                                          | 245 |
| Abbildung 29. Screenshot der N-Back-Task.....                                                                                                                                                                          | 252 |
| Abbildung 30. Gesamtleistung je Block getrennt für die Automationsgruppen (IA = Informationsautomation; EA = Entscheidungsautomation; AA = adaptierbare Automation) in der Prolific-Stichprobe.....                    | 265 |
| Abbildung 31. Leistung in der Primäraufgabe je Block getrennt für die Automationsgruppen (IA = Informationsautomation; EA = Entscheidungsautomation; AA = adaptierbare Automation) in der Prolific-Stichprobe. ....    | 266 |
| Abbildung 32. Leistung in der Sekundäraufgabe je Block getrennt für die Automationsgruppen (IA = Informationsautomation; EA = Entscheidungsautomation; AA = adaptierbare Automation) in der Prolific-Stichprobe. ....  | 268 |
| Abbildung 33. Vergleich der Mittelwerte und Standardfehler der drei Experimentalgruppen für die abhängigen Variablen in der Prolific-Stichprobe.....                                                                   | 273 |
| Abbildung 34. Vergleich der Mittelwerte und Standardfehler der drei Experimentalgruppen für die Variablen der explorativen Analysen in der Prolific-Stichprobe.....                                                    | 277 |
| Abbildung 35. Vergleich der Mittelwerte und Standardfehler der drei Experimentalgruppen für die Variablen der explorativen Analysen in der Prolific-Stichprobe.....                                                    | 280 |
| Abbildung 36. Gesamtleistung je Block getrennt für die Automationsgruppen (IA = Informationsautomation; EA = Entscheidungsautomation; AA = adaptierbare Automation) in der Lots:innen-Stichprobe.....                  | 303 |
| Abbildung 37. Leistung in der Primäraufgabe je Block getrennt für die Automationsgruppen (IA = Informationsautomation; EA = Entscheidungsautomation; AA = adaptierbare Automation) in der Lots:innen-Stichprobe.....   | 304 |
| Abbildung 38. Leistung in der Sekundäraufgabe je Block getrennt für die Automationsgruppen (IA = Informationsautomation; EA = Entscheidungsautomation; AA = adaptierbare Automation) in der Lots:innen-Stichprobe..... | 306 |
| Abbildung 39. Vergleich der Mittelwerte und Standardfehler der drei Experimentalgruppen für die abhängigen Variablen in der Lots:innen-Stichprobe.....                                                                 | 311 |
| Abbildung 40. Vergleich der Mittelwerte und Standardfehler der drei Experimentalgruppen für die Variablen der explorativen Analysen in der Lots:innen-Stichprobe.....                                                  | 314 |
| Abbildung 41. Vergleich der Mittelwerte und Standardfehler der drei Experimentalgruppen für die Variablen der explorativen Analysen in der Lots:innen-Stichprobe.....                                                  | 317 |
| Abbildung 42. Illustration der wichtigsten Erkenntnisse der Arbeit (Illustration: Carolin Adam).....                                                                                                                   | 333 |
| Abbildung 43. Zentrale Schlussfolgerungen der Forschungsarbeit zur Erzielung eines menschenzentrierten Arbeitssystems im Sinne eines Joint Cognitive Systems. ....                                                     | 350 |

### III Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 1. Gegenüberstellung von klassischen Teams und HRTs (Hagemann, 2011, S. 27).                                                                                                                            | 9   |
| Tabelle 2. Kriterien einer menschenzentrierten Automatisierung und Gründe, diese zu hinterfragen (in Anlehnung an Sheridan & Parasuraman, 2005, S. 95).                                                         | 42  |
| Tabelle 3. Sieben Bedürfnisse als Grundlage für wohlbefindensorientierte Technikgestaltung (in Anlehnung an Hassenzahl & Diefenbach, 2017).                                                                     | 45  |
| Tabelle 4. Assistenzsysteme innerhalb der verschiedenen Flugsicherungssysteme.                                                                                                                                  | 72  |
| Tabelle 5. Die wichtigsten Erkenntnisse zu den Anforderungsveränderungen für Fluglots:innen anderer Arbeiten.                                                                                                   | 89  |
| Tabelle 6. Merkmale der befragten Fluglots:innen und Pilot:innen.                                                                                                                                               | 94  |
| Tabelle 7. Wahrgenommene Vorteile der Automatisierung.                                                                                                                                                          | 104 |
| Tabelle 8. Wahrgenommene Nachteile der Automatisierung.                                                                                                                                                         | 106 |
| Tabelle 9. Ängste der Fluglots:innen in Bezug auf zunehmende Automatisierung.                                                                                                                                   | 117 |
| Tabelle 10. Wünsche der Fluglots:innen in Bezug auf zunehmende Automatisierung.                                                                                                                                 | 118 |
| Tabelle 11. Ergebnisse zur Zukunft der Flugsicherung.                                                                                                                                                           | 145 |
| Tabelle 12. Merkmale der befragten Expert:innen.                                                                                                                                                                | 152 |
| Tabelle 13. Die wichtigsten Vorteile/Chancen und Nachteile/Risiken der Automatisierung aus Expert:innen-Sicht.                                                                                                  | 156 |
| Tabelle 14. Antworten der Expert:innen ( $N = 25$ ) zur These „Automation kann als gleichwertiger Teamplayer des Menschen betrachtet werden“.                                                                   | 160 |
| Tabelle 15. Identifizierte Schlüsselaspekte zur erfolgreichen Umsetzung der Automation als Teamplayer des Menschen mit Definitionen, repräsentativen Beispielziten und der Anzahl der Kodierungen ( $n = 17$ ). | 162 |
| Tabelle 16. Eigenschaften der Gesamtstichprobe und Substichproben der Online-Befragung.                                                                                                                         | 184 |
| Tabelle 17. Übersicht über die Bedürfnisskalen und die dazugehörigen Items mit ihren deskriptiven Kennwerten.                                                                                                   | 188 |
| Tabelle 18. Übersicht über die Skalen und Items im Rahmen der Analyse der Automationsfacetten mit ihren deskriptiven Kennwerten.                                                                                | 191 |
| Tabelle 19. Übersicht zu den Spearman-Brown-Koeffizienten im Rahmen der Reliabilitätsanalysen der Bedürfnisskalen.                                                                                              | 196 |
| Tabelle 20. Ausmaß der Wichtigkeit der Bedürfniserfüllungen im Arbeitskontext insgesamt und getrennt für die beiden Standorte.                                                                                  | 197 |
| Tabelle 21. Ausmaß der Bedürfniserfüllungen an einem guten Arbeitstag insgesamt und getrennt für die beiden Standorte.                                                                                          | 200 |
| Tabelle 22. Pro-Kopf-Relation der genannten Aspekte je Bedürfnis im Freitext-Feld, die einen guten Arbeitstag ausmachen.                                                                                        | 203 |
| Tabelle 23. Ausmaß der Bedürfniserfüllungen an einem schlechten Arbeitstag insgesamt und getrennt für die beiden Standorte.                                                                                     | 204 |
| Tabelle 24. Pro-Kopf-Relation der genannten Aspekte je Bedürfnis im Freitext-Feld, die einen schlechten Arbeitstag ausmachen.                                                                                   | 206 |
| Tabelle 25. Gemittelttes Ausmaß der Bedürfniserfüllungen im Arbeitskontext insgesamt und getrennt für die beiden Standorte.                                                                                     | 207 |

|                                                                                                                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 26. Übersicht zu den aus den Mittelwerten gebildeten Rankings (in abnehmender Reihenfolge) bzgl. der analysierten Bedürfnisse.....                                                                    | 209 |
| Tabelle 27. Gruppenmittelwerte, Standardabweichungen und Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalysen für die Automationsvariablen. ....                                                                    | 211 |
| Tabelle 28. Gruppenmittelwerte, Standardabweichungen und Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalysen für die Bedürfniserfüllungen an einem guten Arbeitstag für Personen mit und ohne Sonderaufgaben. .... | 213 |
| Tabelle 29. Eigenschaften der Gesamtstichprobe und Substichproben in der Prolific-Studie. ....                                                                                                                | 239 |
| Tabelle 30. Überblick über die Aufgabenallokation zwischen Mensch und Automation für die Primäraufgabe in den drei Experimentalgruppen.....                                                                   | 244 |
| Tabelle 31. Übersicht über die Skalen und Items der abhängigen Variablen mit ihren deskriptiven Kennwerten in der Prolific-Stichprobe. ....                                                                   | 250 |
| Tabelle 32. Übersicht über die Skalen und Items der Kontrollvariablen mit ihren deskriptiven Kennwerten in der Prolific-Stichprobe. ....                                                                      | 253 |
| Tabelle 33. Übersicht über die Skalen und Items der Variablen der explorativen Analyse mit ihren deskriptiven Kennwerten in der Prolific-Stichprobe.....                                                      | 255 |
| Tabelle 34. Skalenrange, Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der zentralen Variablen in der Prolific-Stichprobe. ....                                                                         | 258 |
| Tabelle 35. Aufgabenparameter mit Minimum, Maximum, Mittelwert und Standardabweichung für die manuellen Blöcke und Automationsblöcke in der Prolific-Stichprobe.....                                          | 260 |
| Tabelle 36. Gruppenmittelwerte, Standardabweichungen und Ergebnisse der einfaktoriellen Kovarianzanalysen für die abhängigen Variablen in der Prolific-Stichprobe. ....                                       | 270 |
| Tabelle 37. Übersicht über die paarweisen Vergleiche der Experimentalgruppen für die abhängigen Variablen in der Prolific-Stichprobe. ....                                                                    | 271 |
| Tabelle 38. Gruppenmittelwerte, Standardabweichungen und Ergebnisse der einfaktoriellen Kovarianzanalysen für die Variablen der explorativen Analysen in der Prolific-Stichprobe.....                         | 275 |
| Tabelle 39. Übersicht über die paarweisen Vergleiche der Experimentalgruppen für die Variablen der explorativen Analysen in der Prolific-Stichprobe.....                                                      | 276 |
| Tabelle 40. Gruppenmittelwerte, Standardabweichungen und Ergebnisse der einfaktoriellen Kovarianzanalysen für die Workload-Dimensionen in der Prolific-Stichprobe. ....                                       | 278 |
| Tabelle 41. Übersicht über die paarweisen Vergleiche der Experimentalgruppen für die Workload-Dimensionen in der Prolific-Stichprobe. ....                                                                    | 279 |
| Tabelle 42. Eigenschaften der Gesamtstichprobe und Substichproben in der Lots:innen-Studie. ....                                                                                                              | 291 |
| Tabelle 43. Übersicht über die Skalen und Items aller Variablen mit ihren deskriptiven Kennwerten in der Fluglots:innen-Stichprobe.....                                                                       | 293 |
| Tabelle 44. Skalenrange, Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der zentralen Variablen in der Lots:innen-Stichprobe. ....                                                                       | 297 |
| Tabelle 45. Aufgabenparameter mit Minimum, Maximum, Mittelwert und Standardabweichung für die manuellen Blöcke und Automationsblöcke in der Lots:innen-Stichprobe.....                                        | 299 |

|                                                                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 46. Gruppenmittelwerte, Standardabweichungen und Ergebnisse der<br>einfaktoriellen Varianzanalysen für die abhängigen Variablen in der Lots:innen-<br>Stichprobe. ....                 | 308 |
| Tabelle 47. Übersicht über die paarweisen Vergleiche der Experimentalgruppen für die<br>abhängigen Variablen in der Lots:innen-Stichprobe. ....                                                | 309 |
| Tabelle 48. Gruppenmittelwerte, Standardabweichungen und Ergebnisse der<br>einfaktoriellen Kovarianzanalysen für die Variablen der explorativen Analysen in<br>der Lots:innen-Stichprobe. .... | 313 |
| Tabelle 49. Übersicht über die paarweisen Vergleiche der Experimentalgruppen für die<br>Variablen der explorativen Analysen in der Lots:innen-Stichprobe. ....                                 | 313 |
| Tabelle 50. Gruppenmittelwerte, Standardabweichungen und Ergebnisse der<br>einfaktoriellen Kovarianzanalysen für die Workload-Dimensionen in der<br>Lots:innen-Stichprobe. ....                | 315 |
| Tabelle 51. Übersicht über die paarweisen Vergleiche der Experimentalgruppen für die<br>Workload-Dimensionen in der Lots:innen-Stichprobe. ....                                                | 316 |
| Tabelle 52. Übersicht über die zentralen Ergebnisse der beiden Studien hinsichtlich der<br>untersuchten Hypothesen. ....                                                                       | 323 |