

## **Inhaltsverzeichnis**

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Danksagung.....</b>                                                          | <b>3</b>  |
| <b>Kurzfassung .....</b>                                                        | <b>4</b>  |
| <b>Abstract .....</b>                                                           | <b>5</b>  |
| <b>Résumé.....</b>                                                              | <b>6</b>  |
| <b>1 Einleitung.....</b>                                                        | <b>12</b> |
| 1.1 Motivation.....                                                             | 12        |
| 1.2 Thematische Einordnung .....                                                | 14        |
| 1.3 Zielsetzung.....                                                            | 15        |
| 1.4 Überblick über die Arbeit .....                                             | 16        |
| <b>Abschnitt I – Theoretischer Teil .....</b>                                   | <b>19</b> |
| <b>2 Theorien und Hintergründe.....</b>                                         | <b>20</b> |
| 2.1 Der Begriff E-Learning.....                                                 | 20        |
| 2.1.1 Formen des E-Learnings.....                                               | 23        |
| 2.1.1.1 Web-Based-Training .....                                                | 23        |
| 2.1.1.2 Teleteaching .....                                                      | 24        |
| 2.1.1.3 Lernplattformen.....                                                    | 25        |
| 2.1.1.4 Blended-Learning.....                                                   | 28        |
| 2.1.1.5 Game-Based-Learning .....                                               | 29        |
| 2.1.1.6 Mobile Learning.....                                                    | 32        |
| 2.1.1.7 Rapid E-Learning.....                                                   | 33        |
| 2.1.1.8 E-Learning 2.0.....                                                     | 34        |
| 2.1.2 Möglichkeiten und Grenzen von E-Learning .....                            | 34        |
| 2.1.3 Zusammenfassung: Begriff E-Learning.....                                  | 38        |
| 2.2 Der Begriff Usability .....                                                 | 39        |
| 2.2.1 Gesetze und Verordnungen als Grundlage der Usability-<br>Evaluation ..... | 41        |
| 2.2.1.1 Arbeitsschutzgesetz.....                                                | 41        |
| 2.2.1.2 Bildschirmarbeitsplatzverordnung .....                                  | 42        |
| 2.2.1.3 Behindertengleichstellungsgesetz .....                                  | 44        |
| 2.2.2 Normen als Grundlage der Usability-Evaluation.....                        | 45        |
| 2.2.2.1 DIN EN ISO 9241 – Grundlage der Softwareergonomie .....                 | 46        |
| 2.2.2.2 DIN EN ISO 9241-11 – Oberziele der<br>Gebrauchstauglichkeit.....        | 47        |
| 2.2.2.3 DIN EN ISO 9241-110 – 7 Grundsätze der Dialoggestaltung                 | 50        |

|                                              |                                                                                                     |           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.2.4                                      | DIN EN ISO 9241-12 – Gestaltung visueller Information .....                                         | 55        |
| 2.2.2.5                                      | DIN EN ISO 10075 – Psychische Belastung .....                                                       | 56        |
| 2.2.2.6                                      | DIN EN ISO 13407 – BenutzerInnen-orientierte Gestaltung .....                                       | 58        |
| 2.2.2.7                                      | DIN EN ISO 14915 – Software-Ergonomie für Multimedia .....                                          | 59        |
| 2.2.3                                        | Zusammenfassung: Begriff Usability .....                                                            | 60        |
| 2.3                                          | Methoden der Usability-Evaluation .....                                                             | 62        |
| 2.3.1                                        | Summative und formative Evaluationsverfahren .....                                                  | 63        |
| 2.3.2                                        | Experten-orientierte analytische Evaluation .....                                                   | 65        |
| 2.3.2.1                                      | Heuristische Evaluation .....                                                                       | 65        |
| 2.3.2.2                                      | Walkthrough-Verfahren .....                                                                         | 68        |
| 2.3.2.3                                      | Formal-analytische Evaluationsverfahren .....                                                       | 69        |
| 2.3.2.4                                      | Gestaltungsrichtlinien .....                                                                        | 73        |
| 2.3.3                                        | BenutzerInnen-orientierte empirische Evaluation .....                                               | 74        |
| 2.3.3.1                                      | Fragebogen .....                                                                                    | 75        |
| 2.3.3.2                                      | Screenrecording .....                                                                               | 77        |
| 2.3.3.3                                      | Eye-Tracking .....                                                                                  | 80        |
| 2.3.4                                        | Agile Software Development als Grundlage für die Usability-Evaluation .....                         | 84        |
| 2.3.5                                        | Fitts' Law als Grundlage für die Usability-Evaluation .....                                         | 87        |
| 2.3.6                                        | Zusammenfassung: Methoden der Usability-Evaluation .....                                            | 91        |
| <b>3</b>                                     | <b>Forschungsvorhaben .....</b>                                                                     | <b>92</b> |
| 3.1                                          | Motivation für das Forschungsvorhaben .....                                                         | 92        |
| 3.2                                          | Ziele der Arbeit und methodisches Vorgehen .....                                                    | 94        |
| <b>Abschnitt II – Empirischer Teil .....</b> |                                                                                                     | <b>98</b> |
| <b>4</b>                                     | <b>Entwicklung der eigenen Forschungsmethodologie zur Usability-Evaluation von E-Learning .....</b> | <b>99</b> |
| 4.1                                          | Erkundung: Lernförderlichkeit .....                                                                 | 99        |
| 4.1.1                                        | Beschreibung .....                                                                                  | 100       |
| 4.1.2                                        | Untersuchungsziel .....                                                                             | 100       |
| 4.1.3                                        | Aufbau der Erkundung .....                                                                          | 102       |
| 4.1.4                                        | Ergebnisse .....                                                                                    | 103       |
| 4.1.4.1                                      | Auswertung der Bearbeitungszeiten .....                                                             | 103       |
| 4.1.4.2                                      | Auswertung Mausclicks .....                                                                         | 104       |
| 4.1.5                                        | Diskussion .....                                                                                    | 106       |
| 4.2                                          | Erkundung: Fitts'-Law und Eye-Tracker .....                                                         | 109       |
| 4.2.1                                        | Beschreibung des Apparats .....                                                                     | 109       |

|          |                                                                                                         |            |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.2    | Untersuchungsziel.....                                                                                  | 110        |
| 4.2.3    | Aufbau der Erkundung.....                                                                               | 111        |
| 4.2.4    | Ergebnisse.....                                                                                         | 115        |
| 4.2.4.1  | Auswertung von Fitts' Law zur Reaktionszeit und Distanz..                                               | 115        |
| 4.2.4.2  | Auswertung von Fitts' Law zur Reaktionszeit und<br>Objektfläche .....                                   | 120        |
| 4.2.4.3  | Auswertung von Fitts' Law zur Reaktionszeit nach<br>Objekten .....                                      | 125        |
| 4.2.4.4  | Auswertung der Reaktionszeiten über den Szenewechsel<br>beim Fitts' Law-Test.....                       | 126        |
| 4.2.4.5  | Auswertung der Eye-Tracking-Daten zum Pupillen-<br>durchmesser.....                                     | 129        |
| 4.2.4.6  | Auswertung der Eye-Tracking-Daten nach Fixationen<br>und Sakkaden .....                                 | 130        |
| 4.2.5    | Diskussion.....                                                                                         | 133        |
| 4.3      | Erhebung: Online-Sprachkurs .....                                                                       | 134        |
| 4.3.1    | Beschreibung.....                                                                                       | 134        |
| 4.3.2    | Untersuchungsziel.....                                                                                  | 137        |
| 4.3.3    | Aufbau der Erhebung.....                                                                                | 137        |
| 4.3.4    | Ergebnisse.....                                                                                         | 139        |
| 4.3.4.1  | Teil 1: Angaben zur Person und Kompetenzen.....                                                         | 140        |
| 4.3.4.2  | Teil 2: Bewertung der Effektivität der Lernsoftware.....                                                | 141        |
| 4.3.4.3  | Teil 2: Bewertung der Effizienz der Lernsoftware.....                                                   | 142        |
| 4.3.4.4  | Teil 2: Bewertung der Zufriedenheit mit der Lernsoftware..                                              | 146        |
| 4.3.4.5  | Teil 3: Fragen zur Lernumgebung und Inhalt des Online-<br>Kurses.....                                   | 147        |
| 4.3.4.6  | Statistik Lernerfolgskontrolle.....                                                                     | 158        |
| 4.3.5    | Diskussion.....                                                                                         | 158        |
| <b>5</b> | <b>Absicherung der eigenen Forschungsmethoden für die Usability-<br/>Evaluation von E-Learning.....</b> | <b>162</b> |
| 5.1      | Explorative Datenanalyse: Fitts' Law und Eye-Tracker .....                                              | 162        |
| 5.1.1    | Beschreibung.....                                                                                       | 163        |
| 5.1.2    | Untersuchungsziel.....                                                                                  | 163        |
| 5.1.3    | Aufbau der explorativen Datenanalyse.....                                                               | 164        |
| 5.1.3.1  | Vorbereitung: Kalibrationstests Eye-Tracker .....                                                       | 164        |
| 5.1.3.2  | Fragebogendesign .....                                                                                  | 165        |
| 5.1.3.3  | Durchführung .....                                                                                      | 166        |
| 5.1.4    | Ergebnisse.....                                                                                         | 169        |

|          |                                                                                         |            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.1.4.1  | Auswertung: Fragebogen.....                                                             | 169        |
| 5.1.4.2  | Auswertung von Fitts' Law zur Reaktionszeit und Distanz.....                            | 177        |
| 5.1.4.3  | Auswertung von Fitts' Law zur Reaktionszeit und<br>Objektoberfläche.....                | 181        |
| 5.1.4.4  | Auswertung von Fitts' Law zur Reaktionszeit nach<br>Objekten.....                       | 188        |
| 5.1.4.5  | Auswertung von Fitts' Law zur Reaktionszeit und Licht.....                              | 189        |
| 5.1.4.6  | Auswertung der Eye-Tracking-Daten zum Pupillen-<br>durchmesser .....                    | 189        |
| 5.1.4.7  | Auswertung der Eye-Tracking-Daten nach Fixationen<br>und Sakkaden.....                  | 190        |
| 5.1.5    | Diskussion .....                                                                        | 191        |
| 5.2      | Inspektion: Usability-Test von E-Learning.....                                          | 193        |
| 5.2.1    | Beschreibung .....                                                                      | 194        |
| 5.2.2    | Untersuchungsziel .....                                                                 | 196        |
| 5.2.3    | Aufbau der Inspektion .....                                                             | 198        |
| 5.2.3.1  | Technische Ausstattung der Testumgebung .....                                           | 199        |
| 5.2.3.2  | Aufnahmeeinstellungen für den Usability-Test.....                                       | 200        |
| 5.2.3.3  | Fragebogendesign .....                                                                  | 201        |
| 5.2.3.4  | Durchführung.....                                                                       | 203        |
| 5.2.4    | Ergebnisse.....                                                                         | 205        |
| 5.2.4.1  | Auswertung des Fragebogen: Angaben zur Person .....                                     | 205        |
| 5.2.4.2  | Auswertung des Cognitive Walkthroughs nach Effizienz.....                               | 208        |
| 5.2.4.3  | Auswertung des Cognitive Walkthroughs nach Effektivität .....                           | 215        |
| 5.2.4.4  | Auswertung des Cognitive Walkthroughs zur<br>Zufriedenheit.....                         | 219        |
| 5.2.5    | Diskussion .....                                                                        | 223        |
| <b>6</b> | <b>Anwendung der eigenen Forschungsmethoden zur Verbesserung der<br/>Usability.....</b> | <b>227</b> |
| 6.1      | Beschreibung .....                                                                      | 227        |
| 6.2      | Untersuchungsziel .....                                                                 | 227        |
| 6.3      | Aufbau und Durchführung .....                                                           | 230        |
| 6.3.1    | Technische Ausstattung der Testumgebung.....                                            | 230        |
| 6.3.2    | Prototypdesign.....                                                                     | 230        |
| 6.3.3    | Fragebogendesign.....                                                                   | 233        |
| 6.3.4    | Durchführung.....                                                                       | 234        |
| 6.4      | Ergebnisse .....                                                                        | 237        |

|          |                                                                            |            |
|----------|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.4.1    | Auswertung des Fragebogens .....                                           | 238        |
| 6.4.2    | Auswertung der Effektivität der Bedienoberfläche .....                     | 240        |
| 6.4.2.1  | Lösbarkeit der Aufgaben.....                                               | 240        |
| 6.4.2.2  | Orientierung .....                                                         | 243        |
| 6.4.2.3  | Verständlichkeit .....                                                     | 244        |
| 6.4.2.4  | Funktionen ersichtlich.....                                                | 245        |
| 6.4.2.5  | Menü-Anordnung .....                                                       | 246        |
| 6.4.2.6  | Fazit zur Effektivität .....                                               | 246        |
| 6.4.3    | Auswertung der Effizienz der Bedienoberfläche.....                         | 246        |
| 6.4.3.1  | Reaktionszeiten beim Interface-Test .....                                  | 246        |
| 6.4.3.2  | Klickdistanz beim Interface-Test .....                                     | 247        |
| 6.4.3.3  | Reaktionszeiten beim Fitts' Law-Test .....                                 | 248        |
| 6.4.3.4  | Normierte Performanz.....                                                  | 250        |
| 6.4.4    | Auswertung der Zufriedenheit mit der Bedienoberfläche .....                | 253        |
| 6.4.5    | Auswertung der Lernförderlichkeit der Bedienoberfläche .....               | 254        |
| 6.5      | Diskussion.....                                                            | 254        |
| <b>7</b> | <b>Zusammenfassung und Bilanz der Arbeit .....</b>                         | <b>257</b> |
| 7.1      | Zusammenfassung der Ergebnisse des empirischen Teils .....                 | 258        |
| 7.2      | Bilanz der Arbeit.....                                                     | 264        |
| <b>8</b> | <b>Ausblick .....</b>                                                      | <b>271</b> |
| 8.1      | Implikationen für die E-Learning-Praxis.....                               | 271        |
| 8.2      | Implikationen für die weitere Forschung.....                               | 273        |
| 8.3      | Weiterentwicklung der eigenen Usability-Methode .....                      | 274        |
|          | <b>Literaturverzeichnis .....</b>                                          | <b>278</b> |
|          | <b>Anhang 1: Aufgabenbeschreibung – Lernförderlichkeit (Kap. 4.1).....</b> | <b>287</b> |
|          | <b>Anhang 2: Lernplan zum Online-Sprachkurs (Kap. 4.3).....</b>            | <b>289</b> |
|          | <b>Anhang 3: Umfrage zum Online-Sprachkurs (Kap. 4.3).....</b>             | <b>292</b> |
|          | <b>Anhang 4: Abschlusstest des Online-Sprachkurses (Kap. 4.3) .....</b>    | <b>294</b> |
|          | <b>Anhang 5: Fragebogen zur Fitts' Law-Untersuchung (Kap. 5.1) .....</b>   | <b>295</b> |
|          | <b>Anhang 6: Fragebogen zum Online-Sprachkurs (Kap. 5.2).....</b>          | <b>297</b> |
|          | <b>Anhang 7: Fragebogen Prototyp / Fitts' Law (Kap. 6) .....</b>           | <b>304</b> |