

# Inhalt

- I. Zusammenfassung..... 11**
- II. Intention und Grundlagen..... 17**
  - 1 Einleitung..... 17**
    - 1.1 Problemstellung..... 17
    - 1.2 Forschungsfragen und Zielsetzung ..... 18
  - 2 Berufliche Weiterbildung..... 21**
    - 2.1 Die Entwicklung des demografischen Wandels ..... 21
    - 2.2 Anforderung und Qualifikation in der Instandhaltung ..... 24
    - 2.3 Weiterbildung mit neuen Lernmedien ..... 28
  - 3 Grundlagen der Instandhaltung..... 31**
    - 3.1 Instandhaltungsobjekte als Bezugsebene der Instandhaltung..... 31
    - 3.2 Maßnahmen der Instandhaltung..... 32
      - 3.2.1 Inspektion ..... 32
      - 3.2.2 Wartung ..... 34
      - 3.2.3 Instandsetzung ..... 34
      - 3.2.4 Verbesserung ..... 36
    - 3.3 Die Auswahl geeigneter Instandhaltungsobjekte..... 36
      - 3.3.1 Die ABC-Analyse ..... 37
      - 3.3.2 Die Pareto-Analyse..... 38
      - 3.3.3 Scoringmodelle zur Auswahl von Instandhaltungsobjekten ..... 40
      - 3.3.4 Beschreibung der Delphi-Methode..... 42
    - 3.4 Strategien der Instandhaltung..... 43
      - 3.4.1 Zyklische Instandhaltung..... 43
      - 3.4.2 Ereignisorientierte Instandhaltung..... 45
      - 3.4.3 Zustandsorientierte Instandhaltung ..... 45
    - 3.5 Eine systematische und zustandsorientierte Instandhaltung..... 46
    - 3.6 Geeignete Strategien für bestimmte Instandhaltungsobjekte..... 50

<b>4</b>	<b>Lehr- und Lernsysteme.....</b>	<b>53</b>
4.1	Der Medienbegriff der Virtualität .....	53
4.1.1	Augmented-Reality-Systeme .....	56
4.1.2	Mixed-Reality-Systeme .....	58
4.2	Die Teilkomponenten von VR-Lehr-Lernsystemen .....	60
4.2.1	Visualisierungssysteme .....	60
4.3	Definitionen zur weiteren Verwendung von VR .....	61
4.4	Intention für den Einsatz einer VR-Arbeitsumgebung .....	63
4.5	Anwendungsbeispiele für VR aus der Instandhaltung.....	64
4.5.1	Demontage eines 220 MVA Netzwandertransformators .....	64
4.5.2	Montage und Inbetriebnahme eines Leistungsschalters GL 312.....	65
4.5.3	Buchholzrelaiswechsel .....	71
<b>5</b>	<b>Studien zum Einsatz von VR und AR.....</b>	<b>75</b>
5.1	IPT-Studie: „Vorsprung durch Virtual Reality“ .....	75
5.1.1	Zusammenfassung der IPT-Studie .....	79
5.2	IFF-Studie zum Einsatz von VR/AR-Technologien .....	79
5.2.1	Zusammenfassung der IFF-Studie.....	84
5.3	Zusammenführung und Diskussion der Erkenntnisse .....	86
<b>III.</b>	<b>Lehren und Lernen im virtuellen Raum.....</b>	<b>87</b>
<b>6</b>	<b>Grundlagen des Lehrens und Lernens.....</b>	<b>87</b>
6.1	Kognitive Psychologie als Grundlage des Lernens .....	87
6.2	Konstruktivismus .....	90
6.3	Lernen aus Sicht der Handlungstheorie .....	91
6.4	Lernen im und durch den Arbeitsprozess .....	92
6.5	Lernen im Kontext des Kompetenzerwerbs.....	94
6.6	Grundlegende Steuerungsfunktionen von Lernwegen.....	96
6.6.1	Selbstgesteuertes Lernen .....	96
6.6.2	Kooperatives Lernen .....	101
6.7	Methoden und Unterrichtsverfahren in der Instandhaltung.....	103

<b>7</b>	<b>VR-Lehr- und Lernszenarien .....</b>	<b>107</b>
7.1	Lernträger für die Instandhaltung .....	108
7.2	Merkmale eines guten Lernträgers.....	112
7.3	Fehlersuche und Instandsetzung .....	114
7.4	Einsatzmöglichkeiten von VR .....	116
7.5	Möglichkeiten zur Kompetenzförderung im virtuellen Raum.....	118
<b>8</b>	<b>Gestaltung virtueller Lernumgebungen .....</b>	<b>121</b>
8.1	Grundvoraussetzungen bei VR-Lehr-Lernumgebungen.....	121
8.2	Merkmale eines didaktisch sinnvollen Einsatzes von VR.....	122
8.3	Didaktische Reduktion von Lerninhalten .....	123
8.4	Unterschiedliche Modi zur Gestaltung von Arbeitsprozessen.....	128
8.5	Variabilität als Vorteil arbeitsplatznahen Lernens.....	130
8.6	Didaktische Bedingungen für die visuelle Darstellung .....	131
8.6.1	Positionierung von Elementen der Visualisierung .....	131
8.6.2	Farbgestaltung von VR-Lehr-Lernumgebungen .....	135
<b>9</b>	<b>Entwicklung von VR-Fortbildungskonzepten.....</b>	<b>137</b>
9.1	Ein didaktischer Ansatz zur methodischen Umsetzung.....	137
9.1.1	Rahmenbedingungen für eine Weiterbildungsveranstaltung.....	137
9.1.2	Didaktische und methodische Schwerpunkte .....	138
9.1.3	Formulierung eines Gesamtzieles der Fortbildungseinheit .....	139
9.1.4	Formulierung von Teilzielen und Inhalten .....	140
9.1.5	Durchführungsmethoden einer Weiterbildungsveranstaltung.....	143
9.1.6	Einbettung der vollständigen Handlung in eine Lernsituation.....	146
9.1.7	Organisationsformen und Rahmenbedingungen .....	148
9.1.8	Lernerfolgskontrollen und Lernerfolgsüberprüfung.....	149
9.1.9	Medieneinsatz in der Fortbildung und im beruflichen Alltag .....	153
9.2	Handlungsplan zur Entwicklung eines Vermittlungskonzeptes .....	155
9.2.1	Die einzelnen Ablaufschritte für ein VR-Vermittlungskonzept.....	155

<b>IV. Evaluationskonzepte .....</b>	<b>167</b>
<b>10 Evaluation zur Beurteilung von VR-Lernumgebungen .....</b>	<b>167</b>
10.1 Einleitung zum Evaluationskonzept.....	167
10.2 Evaluationsmodelle .....	168
10.2.1 Das CIPP-Modell von Stufflebeam .....	169
10.2.2 Das Vier-Ebenen-Modell von Kirkpatrick .....	170
10.2.3 Das „ROI-Modell“ von Phillips .....	172
10.2.4 Das „Gestaltungsorientierte Evaluationsmodell“ .....	174
10.3 Die Umsetzung der Evaluation von VR-Lernumgebungen.....	177
10.3.1 Eine Vorstellung für den Einsatz von VR entwickeln.....	178
10.3.2 Selbstverständnis reflektieren.....	179
10.3.3 Handlungsfelder identifizieren .....	179
10.3.4 Zieldefinitionen festlegen.....	181
10.3.5 Fortbildung für eine VR-Lernumgebung planen .....	183
10.3.6 Evaluationsplan für die Prozess- und Produktevaluation.....	186
10.4 Kennzahlen zur Evaluation bilden .....	186
10.4.1 Akzeptanz und Zufriedenheit der Projektbeteiligten.....	186
10.4.2 Übersicht zu verschiedenen Akzeptanzmodellen.....	187
10.4.3 Auswahl des TAM 2-Akzeptanzmodells als Erhebungsmodell.....	194
10.5 Auswahl der Erhebungsinstrumente und Forschungsdesign .....	196
10.5.1 Der Fragebogen als Befragungsinstrument .....	197
10.5.2 Operationalisierung von Akzeptanzkriterien im Fragebogen.....	198
10.5.3 Auswertungsverfahren der Datenanalyse .....	202
10.5.4 Triangulation .....	203
10.5.5 Reflexives Experten-Interview .....	204
10.5.6 Einsatz eines reflexiven Experten-Interviews .....	205
<b>V. Durchführung und Ergebnisse der Evaluation.....</b>	<b>209</b>
<b>11 Durchführung der Vorstudien und der Hauptstudie .....</b>	<b>209</b>
11.1 Vorstudien: Demontage eines Hochspannungstransformators .....	209
11.1.1 Regionale Vorstudie zur Demontage eines Transformators.....	209
11.1.2 Ergebnisse der regionalen Vorstudie.....	211

11.1.3 Vorstudie zur Demontage eines Transformators .....	212
11.1.4 Ergebnisse der Vorstudie.....	213
11.2 Hauptstudie zur Demontage eines Kesselbuchholzrelais .....	215
11.3 Datenanalyse und Diskussion der Ergebnisse.....	223
11.4 Beurteilung des Diskurses und Schlussfolgerungen .....	234
<b>12 Zusammenfassung und Reflexion der Ergebnisse .....</b>	<b>237</b>
12.1 Auswahl geeigneter Instandhaltungsobjekte.....	237
12.2 Lerntheoretische und didaktische Bezüge.....	238
12.3 Entwicklung von VR-Fortbildungskonzepten .....	238
12.4 Zusammenfassung des Evaluationsmodells.....	239
12.5 Entwicklungs- und Forschungsbedarf.....	240
<b>Anhang .....</b>	<b>243</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>243</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>245</b>
<b>Firmenverzeichnis .....</b>	<b>246</b>
<b>Literatur .....</b>	<b>276</b>
<b>Normen .....</b>	<b>297</b>
<b>Glossar .....</b>	<b>300</b>
<b>Publikationen .....</b>	<b>309</b>