

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

4	Lehr- und Lernsysteme.....	53
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
5	Studien zum Einsatz von VR und AR	75
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	Zusammenföhrung und Diskussion der Erkenntnisse	86
III.	Lehren und Lernen im virtuellen Raum.....	87
6	Grundlagen des Lehrens und Lernens.....	87
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

7	VR-Lehr- und Lernszenarien	107
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
8	Gestaltung virtueller Lernumgebungen	121
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
9	Entwicklung von VR-Fortbildungskonzepten.....	137
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

IV. Evaluationskonzepte	167
10 Evaluation zur Beurteilung von VR-Lernumgebungen	167
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
V. Durchführung und Ergebnisse der Evaluation.....	209
11 Durchführung der Vorstudien und der Hauptstudie	209
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
12 Zusammenfassung und Reflexion der Ergebnisse	237
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
Anhang	243
Abbildungsverzeichnis	243
Tabellenverzeichnis	245
Firmenverzeichnis	246
Literatur	276
Normen	297
Glossar	300
Publikationen	309