

# Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                                            |            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|          | <b>Kurzfassung.....</b>                                                                    | <b>I</b>   |
|          | <b>Abstract.....</b>                                                                       | <b>III</b> |
| <b>1</b> | <b>Einleitung und Überblick.....</b>                                                       | <b>1</b>   |
| <b>2</b> | <b>Identifikation von Merkmalen.....</b>                                                   | <b>3</b>   |
| 2.1      | Störfall durch Kabelbrand im Block 1 des Kernkraftwerks Greifswald<br>1975 .....           | 4          |
| 2.1.1    | Chronologischer Ablauf.....                                                                | 6          |
| 2.1.2    | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen<br>Einflussfaktoren ..... | 10         |
| 2.2      | Absturz von Japan-Air-Lines-Flug 8054 in Anchorage 1977 .....                              | 16         |
| 2.2.1    | Chronologischer Ablauf.....                                                                | 16         |
| 2.2.2    | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen<br>Einflussfaktoren ..... | 17         |
| 2.3      | Chemiekatastrophe von Bhopal 1984 .....                                                    | 18         |
| 2.3.1    | Chronologischer Ablauf.....                                                                | 19         |
| 2.3.2    | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen<br>Einflussfaktoren ..... | 20         |
| 2.4      | Explosion und Brand des Esso-Erdgaswerks in Longford 1998 .....                            | 28         |
| 2.4.1    | Chronologischer Ablauf.....                                                                | 29         |
| 2.4.2    | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen<br>Einflussfaktoren ..... | 33         |
| 2.5      | Entgleisung eines ICE bei Eschede 1998 .....                                               | 42         |
| 2.5.1    | Chronologischer Ablauf.....                                                                | 43         |
| 2.5.2    | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen<br>Einflussfaktoren ..... | 46         |
| 2.6      | Absturz von Crossair-Flug 3597 bei Bassersdorf 2001 .....                                  | 54         |
| 2.6.1    | Chronologischer Ablauf.....                                                                | 55         |
| 2.6.2    | Zusätzliche Hintergrundinformationen.....                                                  | 57         |

|        |                                                                                                                              |     |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.6.3  | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen Einflussfaktoren .....                                      | 60  |
| 2.7    | Eisenbahnunfall von Amagasaki 2005 .....                                                                                     | 65  |
| 2.7.1  | Chronologischer Ablauf.....                                                                                                  | 65  |
| 2.7.2  | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen Einflussfaktoren .....                                      | 66  |
| 2.8    | Absturz von Helios Airways Flug 522 bei Grammatiko 2005 .....                                                                | 71  |
| 2.8.1  | Chronologischer Ablauf.....                                                                                                  | 72  |
| 2.8.2  | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen Einflussfaktoren .....                                      | 74  |
| 2.9    | Kontamination eines Flusses und Gefährdung eines Trinkwasserreservoirs als Folge eines Chemieunfalls in Chongqing 2005 ..... | 81  |
| 2.9.1  | Chronologischer Ablauf.....                                                                                                  | 82  |
| 2.9.2  | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen Einflussfaktoren .....                                      | 84  |
| 2.10   | Kentern der Fähre Al Salam Boccaccio 98 im Roten Meer 2006.....                                                              | 88  |
| 2.10.1 | Chronologischer Ablauf.....                                                                                                  | 90  |
| 2.10.2 | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen Einflussfaktoren .....                                      | 94  |
| 2.11   | Eisenbahnunfall von Santiago de Compostela 2013 .....                                                                        | 102 |
| 2.11.1 | Chronologischer Ablauf.....                                                                                                  | 104 |
| 2.11.2 | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen Einflussfaktoren .....                                      | 105 |
| 2.12   | Kentern der Fähre Sewol-Ho im Gelben Meer 2014 .....                                                                         | 110 |
| 2.12.1 | Chronologischer Ablauf.....                                                                                                  | 111 |
| 2.12.2 | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen Einflussfaktoren .....                                      | 117 |
| 2.13   | Beinahe-Crash von Air Canada Flug 759 in San Francisco 2017.....                                                             | 123 |
| 2.13.1 | Chronologischer Ablauf.....                                                                                                  | 124 |
| 2.13.2 | Zusätzliche Hintergrundinformationen.....                                                                                    | 127 |
| 2.13.3 | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen Einflussfaktoren .....                                      | 130 |

|          |                                                                                                                           |            |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.14     | Absturz eines Sightseeing-Hubschraubers in New York 2018.....                                                             | 138        |
| 2.14.1   | Chronologischer Ablauf.....                                                                                               | 140        |
| 2.14.2   | Diskussion der Ursachen zur Identifikation der organisatorischen<br>Einflussfaktoren .....                                | 142        |
| 2.15     | Organisatorische Merkmale der in der Vorstudie untersuchten Havarie<br>des Kreuzfahrtschiffes Costa Concordia 2012 .....  | 147        |
| <b>3</b> | <b>Bildung von Merkmalen für die Bewertung kerntechnischer<br/>Anlagen .....</b>                                          | <b>151</b> |
| 3.1      | Zusammenfassende Darstellung der identifizierten wirksamen<br>Merkmale.....                                               | 151        |
| 3.1.1    | Akzeptieren von Sicherheitsdefiziten .....                                                                                | 151        |
| 3.1.2    | Akzeptieren von unsicheren Zuständen .....                                                                                | 152        |
| 3.1.3    | Aufgabenbedingt hohe Belastung der Mitarbeiter .....                                                                      | 153        |
| 3.1.4    | Aufschieben von Entscheidungen.....                                                                                       | 153        |
| 3.1.5    | Autoritäre Führung.....                                                                                                   | 154        |
| 3.1.6    | Bestrafungskultur.....                                                                                                    | 154        |
| 3.1.7    | Dienstausübung unter Drogeneinfluss .....                                                                                 | 155        |
| 3.1.8    | Duldung von Nichtkonformitäten .....                                                                                      | 155        |
| 3.1.9    | Fehlen einer systematischen Methode zur kontinuierlichen<br>Überprüfung des Personals auf Qualifikation und Eignung ..... | 156        |
| 3.1.10   | Fehlen sicherheitsrelevanter Informationen in Arbeitsunterlagen.....                                                      | 156        |
| 3.1.11   | Fehlende oder unangemessene Regeln zum Umgang mit<br>Abweichungen .....                                                   | 156        |
| 3.1.12   | Fehlende oder unzureichende Arbeitsanweisungen.....                                                                       | 156        |
| 3.1.13   | Fehlende oder unzureichende Aufsicht.....                                                                                 | 157        |
| 3.1.14   | Fehlende oder unzureichende interne Überwachung.....                                                                      | 158        |
| 3.1.15   | Fehlende oder unzureichende Risiko- und Gefahrenanalyse.....                                                              | 159        |
| 3.1.16   | Fehlende oder unzureichende Schulungen.....                                                                               | 159        |
| 3.1.17   | Fehlendes oder unzureichendes Managementsystem .....                                                                      | 160        |
| 3.1.18   | Frustration der Mitarbeiter.....                                                                                          | 160        |
| 3.1.19   | Hierarchisches Verhältnis zwischen Organisationen.....                                                                    | 160        |
| 3.1.20   | Inhaltsbezogene Kommunikationsdefizite .....                                                                              | 160        |

|        |                                                                                                 |     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1.21 | Kanalbezogene Kommunikationsdefizite .....                                                      | 161 |
| 3.1.22 | Kein ausreichendes Verständnis der Sicherheitsrelevanz von<br>Prozessen und Einrichtungen ..... | 164 |
| 3.1.23 | Kein proaktiver Austausch sicherheitsrelevanter Informationen .....                             | 164 |
| 3.1.24 | Kein systematisches Management der Sicherheit.....                                              | 164 |
| 3.1.25 | Kein systematisches Management der Sicherheitsreserven .....                                    | 165 |
| 3.1.26 | Keine ausreichende Qualitätssicherung.....                                                      | 165 |
| 3.1.27 | Keine Äußerung von Sicherheitsbedenken .....                                                    | 166 |
| 3.1.28 | Keine Beachtung von Sicherheitsbedenken.....                                                    | 166 |
| 3.1.29 | Keine Berücksichtigung etablierter Sicherheitspraktiken .....                                   | 167 |
| 3.1.30 | Keine Durchführung von Notfallübungen .....                                                     | 167 |
| 3.1.31 | Keine Priorisierung von Sicherheit .....                                                        | 167 |
| 3.1.32 | Keine ständige Verbesserung .....                                                               | 171 |
| 3.1.33 | Konsistent unzureichende Qualität von Einrichtungen, Prozessen und<br>Tätigkeiten .....         | 172 |
| 3.1.34 | Nichtdurchführung vorgesehener sicherheitsrelevanter Aktivitäten .....                          | 172 |
| 3.1.35 | Nicht-Ermutigung der Äußerung von Sicherheitsbedenken .....                                     | 172 |
| 3.1.36 | Organisation erbringt unter Sicherheitsaspekten unmögliche Leistung ..                          | 173 |
| 3.1.37 | Qualitativ unzureichende personelle Ressourcen .....                                            | 173 |
| 3.1.38 | Quantitativ unzureichende personelle Ressourcen .....                                           | 174 |
| 3.1.39 | Unzureichende Anforderungen .....                                                               | 174 |
| 3.1.40 | Unzureichende Berücksichtigung von Human-Factor-Aspekten.....                                   | 177 |
| 3.1.41 | Unzureichende Fachkunde .....                                                                   | 178 |
| 3.1.42 | Unzureichende finanzielle/materielle Ressourcen.....                                            | 179 |
| 3.1.43 | Unzureichende Mitarbeiterbindung .....                                                          | 179 |
| 3.1.44 | Unzureichende Notfallplanungen .....                                                            | 179 |
| 3.1.45 | Unzureichende Notfallübungen.....                                                               | 179 |
| 3.1.46 | Unzureichender Erfahrungsrückfluss .....                                                        | 180 |
| 3.1.47 | Unzureichendes Veränderungsmanagement .....                                                     | 180 |
| 3.1.48 | Widersprüchliche Ziele der behördlichen Aufsicht.....                                           | 180 |
| 3.2    | Zusammenfassung und Diskussion .....                                                            | 181 |

|        |                                                                                                                                   |     |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.1  | Katastrophen begünstigende und ihre Beherrschung negativ beeinflussende Merkmale .....                                            | 181 |
| 3.2.2  | Merkmale, die die Entstehung von Katastrophen verhindern und ihre Beherrschung begünstigen .....                                  | 184 |
| 3.2.3  | Merkmale, die am Ende nicht wirksam bei der Entstehung von Katastrophen oder der Behinderung von mitigativen Maßnahmen waren..... | 188 |
| 3.3    | Übergeordnete Merkmale .....                                                                                                      | 189 |
| 3.4    | Übertragbarkeit der gefundenen Merkmale auf deutsche kerntechnische Einrichtungen .....                                           | 193 |
| 3.5    | Wichtigkeit der Merkmale.....                                                                                                     | 195 |
| 3.5.1  | Ergebnisse der Bewertung der Wichtigkeit der Merkmale .....                                                                       | 197 |
| 3.6    | Erfassung der Merkmale beim Betrieb einer kerntechnischen Anlage....                                                              | 202 |
| 3.6.1  | Akzeptieren von Sicherheitsdefiziten .....                                                                                        | 203 |
| 3.6.2  | Akzeptieren von unsicheren Zuständen .....                                                                                        | 204 |
| 3.6.3  | Aufgabenbedingt hohe Belastung der Mitarbeiter .....                                                                              | 204 |
| 3.6.4  | Aufschieben von Entscheidungen.....                                                                                               | 204 |
| 3.6.5  | Autoritäre Führung.....                                                                                                           | 205 |
| 3.6.6  | Bestrafungskultur.....                                                                                                            | 206 |
| 3.6.7  | Dienstausübung unter Drogeneinfluss .....                                                                                         | 206 |
| 3.6.8  | Duldung von Nichtkonformitäten .....                                                                                              | 206 |
| 3.6.9  | Fehlen einer systematischen Methode zur kontinuierlichen Überprüfung des Personals auf Qualifikation und Eignung .....            | 208 |
| 3.6.10 | Fehlen sicherheitsrelevanter Informationen in Arbeitsunterlagen .....                                                             | 208 |
| 3.6.11 | Fehlende oder unangemessene Regeln zum Umgang mit Abweichungen .....                                                              | 208 |
| 3.6.12 | Fehlende oder unzureichende Arbeitsanweisungen.....                                                                               | 209 |
| 3.6.13 | Fehlende oder unzureichende Aufsicht.....                                                                                         | 210 |
| 3.6.14 | Fehlende oder unzureichende interne Überwachung.....                                                                              | 210 |
| 3.6.15 | Fehlende oder unzureichende Risiko- und Gefahrenanalyse .....                                                                     | 211 |
| 3.6.16 | Fehlende oder unzureichende Schulungen.....                                                                                       | 212 |
| 3.6.17 | Fehlendes oder unzureichendes Managementsystem .....                                                                              | 212 |

|        |                                                                                                 |     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.6.18 | Frustration der Mitarbeiter.....                                                                | 213 |
| 3.6.19 | Hierarchisches Verhältnis zwischen Organisationen.....                                          | 214 |
| 3.6.20 | Inhaltsbezogene Kommunikationsdefizite .....                                                    | 214 |
| 3.6.21 | Kanalbezogene Kommunikationsdefizite .....                                                      | 214 |
| 3.6.22 | Kein ausreichendes Verständnis der Sicherheitsrelevanz von<br>Prozessen und Einrichtungen ..... | 215 |
| 3.6.23 | Kein proaktiver Austausch sicherheitsrelevanter Informationen .....                             | 215 |
| 3.6.24 | Kein systematisches Management der Sicherheit.....                                              | 216 |
| 3.6.25 | Kein systematisches Management der Sicherheitsreserven .....                                    | 216 |
| 3.6.26 | Keine ausreichende Qualitätssicherung .....                                                     | 217 |
| 3.6.27 | Keine Äußerung von Sicherheitsbedenken .....                                                    | 217 |
| 3.6.28 | Keine Beachtung von Sicherheitsbedenken.....                                                    | 217 |
| 3.6.29 | Keine Berücksichtigung etablierter Sicherheitspraktiken.....                                    | 218 |
| 3.6.30 | Keine Durchführung von Notfallübungen .....                                                     | 218 |
| 3.6.31 | Keine Priorisierung von Sicherheit .....                                                        | 219 |
| 3.6.32 | Keine ständige Verbesserung .....                                                               | 220 |
| 3.6.33 | Konsistent unzureichende Qualität von Einrichtungen, Prozessen und<br>Tätigkeiten .....         | 221 |
| 3.6.34 | Nichtdurchführung vorgesehener sicherheitsrelevanter Aktivitäten .....                          | 222 |
| 3.6.35 | Nicht-Ermutigung der Äußerung von Sicherheitsbedenken.....                                      | 223 |
| 3.6.36 | Organisation erbringt unter Sicherheitsaspekten unmögliche Leistung ..                          | 224 |
| 3.6.37 | Qualitativ unzureichende personelle Ressourcen .....                                            | 225 |
| 3.6.38 | Quantitativ unzureichende personelle Ressourcen .....                                           | 225 |
| 3.6.39 | Unerfahrenes Personal.....                                                                      | 225 |
| 3.6.40 | Unzureichende Anforderungen .....                                                               | 226 |
| 3.6.41 | Unzureichende Berücksichtigung von Human-Factor-Aspekten.....                                   | 226 |
| 3.6.42 | Unzureichende Fachkunde .....                                                                   | 227 |
| 3.6.43 | Unzureichende finanzielle/materielle Ressourcen.....                                            | 227 |
| 3.6.44 | Unzureichende Mitarbeiterbindung .....                                                          | 228 |
| 3.6.45 | Unzureichende Notfallplanungen .....                                                            | 228 |
| 3.6.46 | Unzureichende Notfallübungen.....                                                               | 228 |
| 3.6.47 | Unzureichender Erfahrungsrückfluss .....                                                        | 229 |

|          |                                                                                                             |            |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.6.48   | Unzureichendes Veränderungsmanagement .....                                                                 | 230        |
| 3.6.49   | Widersprüchliche Ziele der behördlichen Aufsicht.....                                                       | 230        |
| 3.7      | Bildung einer Menge von Merkmalen als Basis für die Bewertung des<br>Betriebes kerntechnischer Anlagen..... | 231        |
| <b>4</b> | <b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>                                                                    | <b>237</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis.....</b>                                                                            | <b>241</b> |
|          | <b>Abbildungsverzeichnis.....</b>                                                                           | <b>253</b> |
|          | <b>Tabellenverzeichnis.....</b>                                                                             | <b>255</b> |
|          | <b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>                                                                           | <b>257</b> |
| <b>A</b> | <b>Anhang: Expertenbewertungen der Wichtigkeit der Merkmale in<br/>den einzelnen Ereignissen .....</b>      | <b>261</b> |
| <b>B</b> | <b>Anhang: Herleitung der statistischen Unsicherheiten .....</b>                                            | <b>273</b> |
| B.1      | Unsicherheit der Häufigkeiten .....                                                                         | 273        |
| B.2      | Unsicherheit der Kategorien der Wichtigkeiten .....                                                         | 275        |
| B.3      | Unsicherheiten der unbedingten Wichtigkeiten .....                                                          | 276        |