

Gabriela Maria Kroll

**Risikoanalyse zu ausgewählten Aspekten
eines hochflexiblen Handhabungssystems
zur Flugzeugaußenreinigung**

Sicherheitswissenschaftliche Monographien
Band 18

Im Auftrag der GfS
herausgegeben von

Peter C. Compes

Gesellschaft für Sicherheitswissenschaft

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abbildungsverzeichnis.....	XI
Tabellenverzeichnis	XVI
Abkürzungsverzeichnis.....	XVII
1. Einführung in die Thematik.....	1
1.1. Risikobetrachtungen und deren Bedeutung bei heutigen und zukünftigen Entwicklungen	1
1.2. Problemstellung und Zielsetzung	2
1.3. Vorgehensweise und Abgrenzung der Thematik	4
1.4. Risikoanalyseverfahren	7
2. Prozeßanalyse der heutigen Flugzeugwäsche	13
2.1. Allgemeiner Waschvorgang	13
2.1.1. Verschmutzungsarten	13
2.1.2. Reinigungsmittel	14
2.1.3. Waschverfahren	15
2.2. Flugzeugoberfläche.....	16
2.3. Infrastruktur	16
2.4. Manueller Waschablauf.....	17
2.4.1. Hilfsmittel und Geräte	17
2.4.2. Prozeßbeschreibung	18
2.5. Teilautomatisierter Waschablauf.....	18
2.5.1. Hilfsmittel und Geräte	19
2.5.2. Prozeßbeschreibung	21
2.6. Vollautomatischer Waschablauf.....	22
2.6.1. Hilfsmittel und Geräte	22
2.6.2. Prozeßbeschreibung	22
2.7. Diskussion der Verfahren.....	24
3. Funktionsanalytische Untersuchung eines zukünftigen Waschsystems	27
3.1. Methodische Vorgehensweise	27
3.2. Anforderungsprofil.....	28
3.3. Lösungsneutrale Problemformulierung.....	31
3.4. Aufstellen der Systemstruktur	32

4. Systemauswahl	34
4.1. Terminologie der Robotertechnik	34
4.2. Handhabungssysteme mit unterschiedlichem Automatisierungsgrad	36
4.3. Konzept eines hochflexiblen Handhabungsgerätes zur Flugzeugwäsche	39
4.3.1. Entwicklungsstand des hochflexiblen Handhabungssystems FH 26	40
4.3.2. Konstruktives Konzept	42
4.3.3. Operatives Konzept	45
5. Quality Function Deployment - Untersuchung	47
5.1. Gang der Untersuchung	47
5.2. QFD-Matrizen	50
5.2.1. Funktionserfüllung	50
5.2.2. Konzeptbewertung	53
5.2.3. Störgrößen-Identifizierung	56
5.3. Priorisierung der Risikofaktoren	59
6. Risikobetrachtung von Bürste und Benutzeroberfläche	60
6.1. Prozeßablaufplan	61
6.1.1. Theorie der Methode	62
6.1.2. Vorgehen und Ergebnisse	62
6.2. FAST-Diagramm	63
6.2.1. Theorie der Methode	64
6.2.2. Vorgehen und Ergebnisse	66
6.3. Fehler-Möglichkeits- und Einfluß-Analyse der Bürste	68
6.3.1. Theorie der Methode	69
6.3.1.1. Nutzen und Merkmale	69
6.3.1.2. Arten der FMEA	71
6.3.1.3. Wirkungsweise und Ablauf	72
6.3.2. FMEA des HfH-Bürstensystems	74
6.3.2.1. Beschreibung des Bürstensystems	74
6.3.2.2. Bauelemente-Funktions-Matrix	80
6.3.2.3. Fehlerarten, -auswirkungen und -ursachen	80
6.3.2.4. Fehlervermeidung und -entdeckung	81
6.3.2.5. Risikobewertung	81
6.3.2.6. Systematische Qualitätsverbesserung	81
6.4. Risikoanalyse der Benutzeroberfläche	82
6.4.1. Theorie der Methode	82
6.4.1.1. Nutzen und Merkmale	82
6.4.1.2. Wirkungsweise und Ablauf	82

6.4.2. Risiko-Methodologie	83
6.4.2.1. Risiko-Analyse	83
6.4.2.2. Risiko-Kontrolle	88
6.4.3. Untersuchung des Operator-Systems	89
6.4.3.1. Risiko-Analyse	89
6.4.3.2. Risiko-Kontrolle	91
6.4.3.3. Risiko-Strategie	93
7. Konzeption einer verbesserten Benutzeroberfläche	98
7.1. Grundlagen der menschlichen Informationsverarbeitung.....	98
7.1.1. Mensch-Maschine-Schnittstelle	98
7.1.2. Informationskodierung	100
7.1.2.1. Akustische und optische Kodierung	100
7.1.2.2. Analoge und digitale Kodierung	101
7.1.2.3. Alphanumerische Kodierung	102
7.1.2.4. Kodierung durch Farbe	102
7.1.2.5. Kodierung durch Bildzeichen	102
7.1.2.6. Blinkkodierung	103
7.2. Benutzeroberfläche des HfH-Konzeptes.....	103
7.2.1. Technik der Benutzeroberfläche.....	104
7.2.1.1. Betonpumpen-Handsteuerungsgerät	104
7.2.1.2. HfH-Konzept	105
7.2.2. Handhabungsablauf.....	107
7.2.2.1. Systemstart	107
7.2.2.2. Programmgeführter Arbeitsablauf	107
7.2.2.3. Programmgeführter Arbeitsabbruch	109
7.2.2.4. Menüwechsel "Vormann"	109
7.2.2.5. Störmeldungen.....	110
7.3. Anforderungsprofil.....	111
7.3.1. Hardware.....	111
7.3.2. Software.....	113
7.4. Konzeptbewertung der HfH-Benutzeroberfläche	113
7.5. Gestaltung alternativer Lösungskonzepte	116
7.5.1. Handsteuerungsgerät mit einzeiligem Display	116
7.5.2. Handsteuerungsgerät ohne Display	117
7.5.3. Handsteuerungsgerät mit Graphikdisplay	118
7.6. Konzeption des ausgewählten Konzeptes	119
7.6.1. Hardware.....	119
7.6.2. Software.....	122

7.6.2.1. Displayaufbau.....	123
7.6.2.2. Farbgestaltung.....	123
7.6.2.3. Handhabungsablauf.....	124
7.7. Realisierbarkeit	135
8. Diskussion der Ergebnisse.....	136
9. Zusammenfassung	140
Anhang	143
Anhang I: Darstellungen	144
Anhang II: Argumentationsketten zur Risikobetrachtung	148
A. Argumentation zur QFD-Matrix	148
1. Anteil an der Funktionserfüllung.....	148
2. Konzeptbewertung.....	154
3. Auftreten und Schwere von Störgrößen.....	156
B. Prozeßablaufplan	164
C. Aufgabenkataloge des HfHs.....	188
1. Entwicklungssystem	188
2. Bürstensystem	190
3. Operatorsystem	191
4. Halle und Nebensysteme.....	195
5. Flugzeugsystem	196
6. Steuerungssystem.....	197
D. FAST-Analyse.....	202
1. Fragetechnik zur Funktionstypen-Bestimmung	202
2. Ursache-Wirkungskette der Arbeitsschritte	203
3. Mehrfachabhängigkeit der Teilsysteme	209
4. Differenzierung der Hauptsysteme.....	216
E. FMEA.....	223
1. Risiko-Bewertung.....	223
a) Schwere der Auswirkung "S"	223
b) Entdeckungswahrscheinlichkeit "E"	224
c) Auftretenswahrscheinlichkeit "A"	225
2. FMEA des Bürstensystems	226
F. Häufigkeits- und Schwere-Bewertung bei der Risiko-Diagnose des Operator- Systems.....	231

Anhang III: Neugestaltung der HfH-Benutzeroberfläche	238
A. Handhabungsablauf des HfH-Konzeptes	238
B. Bildschirmdarstellungen der neu gestalteten Benutzeroberfläche.....	255
1. Systemstart.....	255
2. Handhabungsablauf Wäscher	257
3. Handhabungsablauf Vormann	266
Literaturverzeichnis	272