

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>xi</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>xiv</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>xvi</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung . . . . .	1
1.2 Zielsetzung und Abgrenzung zu anderen Arbeiten . .	3
1.3 Aufbau der Arbeit . . . . .	6
<b>2 Stand der Wissenschaft und Technik</b>	<b>9</b>
2.1 Sicherheit im Luftfrachtverkehr . . . . .	10
2.2 Terrorismus im Luftverkehr . . . . .	11
2.2.1 Hintergründe und Definition . . . . .	12
2.2.2 Chronik des Terrorismus im Luftverkehr . . .	14
2.2.3 Auswirkungen des Terrorismus auf den Luftfrachtverkehr . . . . .	15
2.3 Luftfracht . . . . .	16
2.3.1 Definition . . . . .	17
2.3.2 Luftfrachtentwicklung . . . . .	18
2.3.3 Transportkette . . . . .	20
2.3.3.1 Definition der Transportkette . . . . .	20
2.3.3.2 Produkte . . . . .	21
2.3.3.3 Transportmittel und Ladehilfsmittel	22
2.3.3.4 Beteiligte . . . . .	23

2.3.3.5	Übergeordnete Transportkette . . . . .	24
2.3.3.6	Bestimmung der für die Gefahrenabwehr relevanten Transportkette . .	27
2.3.3.7	Erläuterung der Sicherheitsbereiche .	32
2.4	Rechtliche Grundlagen . . . . .	35
2.4.1	Internationale Abkommen . . . . .	36
2.4.2	Vorschriften und Luftsicherheitsprogramme der Vereinigten Staaten von Amerika . . . . .	37
2.4.3	Verordnungen der Europäischen Union . . . . .	39
2.4.4	Deutsche Gesetze und Verordnungen . . . . .	44
2.5	Sicherheitstechnik . . . . .	45
2.5.1	Zugangskontrollen . . . . .	46
2.5.2	Bildgebungstechnologien . . . . .	47
2.5.3	Weitere Detektionstechnologien . . . . .	50
2.5.4	Gebäude und Freiflächenüberwachung . . . . .	51
2.6	Aktuelle Kontrollverfahren im Luftverkehr . . . . .	52
2.6.1	Personal . . . . .	53
2.6.2	Passagiere . . . . .	53
2.6.3	Gepäck . . . . .	54
2.6.4	Fracht . . . . .	56
2.7	Exkurs: Kontrollverfahren im Seefrachtverkehr . . .	58
<b>3</b>	<b>Konzeptentwicklung</b>	<b>61</b>
3.1	Kontrollprozess . . . . .	63
3.1.1	Definition des Kontrollprozesses . . . . .	64
3.1.2	Ort der Kontrolle . . . . .	66
3.1.3	Einschränkungen . . . . .	70
3.2	Schutzmaßnahmen . . . . .	73
3.3	Sicherheitskonzepte . . . . .	74
3.3.1	Konzept 1: Kontrolle am Vorfeldtor . . . . .	75
3.3.2	Konzept 2: Kontrolle in der Halle des Abfertigers oder im Speditions-Hub . . . . .	76
3.3.3	Konzept 3: Kontrolle am Übergang zum Flughafenbetriebsbereich . . . . .	78
3.3.4	Konzept 4: Kontrolle in der Speditions-Niederlassung oder beim Versender . . . . .	80

<b>4</b>	<b>Bewertung</b>	<b>83</b>
4.1	Zielsystem . . . . .	83
4.1.1	Kosten . . . . .	84
4.1.2	Qualitative Ziele . . . . .	87
4.2	Qualitative Bewertung . . . . .	90
4.2.1	Konzept 1: Kontrolle am Vorfeldtor . . . . .	91
4.2.2	Konzept 2: Kontrolle in der Halle des Abfertigers oder im Speditions-Hub . . . . .	93
4.2.3	Konzept 3: Kontrolle am Übergang zum Flughafenbetriebsbereich . . . . .	95
4.2.4	Konzept 4: Kontrolle in der Speditions- Niederlassung oder beim Versender . . . . .	97
4.2.5	Gegenüberstellung der qualitativen Bewertungen . . . . .	100
4.3	Simulation . . . . .	101
4.3.1	Grundlagen der Simulation . . . . .	102
4.3.2	Datenbasis . . . . .	103
4.3.3	Formales Modell . . . . .	109
4.3.3.1	Objekte . . . . .	110
4.3.3.2	Bausteine . . . . .	112
4.3.3.3	Steuerung . . . . .	115
4.3.4	Simulationsmodell . . . . .	117
4.3.5	Validierung . . . . .	131
4.3.6	Experimentierplan . . . . .	131
4.3.7	Ergebnisse . . . . .	132
4.3.7.1	Ergebnisse Konzept 1 . . . . .	133
4.3.7.2	Ergebnisse Konzept 2 . . . . .	135
4.3.7.3	Ergebnisse Konzept 3 . . . . .	136
4.3.7.4	Ergebnisse Konzept 4 . . . . .	136
4.3.7.5	Diskussion der Simulationsergebnisse	137
4.3.7.6	Variation der Kosten . . . . .	142
4.4	Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	146
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>151</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>171</b>

# Abbildungsverzeichnis

1	Aufbau der Arbeit . . . . .	7
2	Beteiligte im Luftfrachtverkehr . . . . .	24
3	Prozessfolge in der Luftfrachttransportkette . . . . .	26
4	Prozessfolge der Outbound-Transportkette . . . . .	27
5	Prozesse beim Versender . . . . .	28
6	Prozesse in der Speditions-Niederlassung . . . . .	29
7	Prozesse im Speditions-Hub . . . . .	30
8	Prozesse beim Frachtabfertiger . . . . .	32
9	Kontrollen im Transportprozess . . . . .	34
10	Prozesskette vom Frachtabfertiger bis zur Flugzeug- position bzw. zum Zielflughafen . . . . .	35
11	Röntgengerät zur Kontrolle des mitgeführten Gepäcks	49
12	Röntgengerät zur Lkw-Kontrolle . . . . .	49
13	Röntgengerät zur Kontrolle von Luftfrachtladeein- heiten . . . . .	49
14	Ablaufschema Kontrollprozess . . . . .	66
15	Mögliche Orte der Sicherheitskontrolle . . . . .	68
16	Kontrollmöglichkeiten für Transfersendungen . . . . .	73
17	Transportkette mit der Sicherheitskontrolle am Vor- feldtor (Konzept 1) . . . . .	76
18	Transportkette mit der Sicherheitskontrolle beim Ab- fertiger oder im Speditions-Hub (Konzept 2) . . . . .	78
19	Transportkette mit der Kontrolle am Flughafenbe- triebstor (Konzept 3) . . . . .	80

20	Transportkette mit der Sicherheitskontrolle beim Versender oder in der Speditions-Niederlassung (Konzept 4) . . . . .	81
21	Radardiagramm . . . . .	90
22	Gefährdungspotenzial Konzept 1 . . . . .	91
23	Radardiagramm Konzept 1 . . . . .	92
24	Gefährdungspotenzial Konzept 2 . . . . .	94
25	Radardiagramm Konzept 2 . . . . .	95
26	Gefährdungspotenzial Konzept 3 . . . . .	96
27	Radardiagramm Konzept 3 . . . . .	97
28	Gefährdungspotenzial Konzept 4 . . . . .	99
29	Radardiagramm Konzept 4 . . . . .	100
30	Gegenüberstellung der Radardiagramme . . . . .	101
31	Vorgehen zur Generierung der Sendungsdaten aus der Datenbasis . . . . .	106
32	Vorgehen zur Berechnung des Eintrittszeitpunkts einer Sendung . . . . .	107
33	Klassifizierung der verwendeten Modellelemente . . . . .	110
34	Steuerungskonzept der Sendungen . . . . .	116
35	Übersicht über das Gesamtmodell in ED . . . . .	119
36	Modellierung der Datenschnittstelle in ED . . . . .	120
37	Modellierung der Prozesse beim Versender in ED . . . . .	121
38	Modellierung der Prozesse in der Speditions-Niederlassung in ED . . . . .	123
39	Modellierung der Prozesse am Übergang in den Flughafenbetriebsbereich in ED . . . . .	125
40	Modellierung der Prozesse im Speditions-Hub in ED . . . . .	126
41	Modellierung der Prozesse beim Abfertiger in ED – Eingang . . . . .	128
42	Modellierung der Prozesse beim Abfertiger in ED – Lager und Ausgang . . . . .	129
43	Modellierung der Prozesse am Vorfeldtor und zur Auswertung in ED . . . . .	130
44	Zusammenhang zwischen Fehlalarmrate und Offload . . . . .	134

---

45	Anzahl erforderlicher Kontrollstellen Konzept 1 . . .	134
46	Anzahl erforderlicher Kontrollstellen Konzept 2 . . .	135
47	Anzahl erforderlicher Kontrollstellen Konzept 3 . . .	136
48	Anzahl erforderlicher Kontrollstellen Konzept 4 . . .	137
49	Vergleich der durchschnittlich erforderlichen Kontrollstellen . . . . .	138
50	Zeitlicher Verlauf des Aufkommens am Übergang in den Critical Part . . . . .	139
51	Abschätzung der real erforderlichen Kontrollstellen .	141
52	Gesamtkosten - Aufgeteilt nach logistischen und sicherheitsrelevanten Zusatzkosten . . . . .	143
53	Gesamtkosten in Abhängigkeit der Fehlalarmrate . .	143
54	Veränderung der Gesamtkosten durch Variation der logistischen Zusatzkosten . . . . .	144
55	Veränderung der Gesamtkosten durch Variation der Kontrollkosten . . . . .	145

# Tabellenverzeichnis

1	Definition der Gewaltakte im Luftverkehr . . . . .	13
2	Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Luftfrachtwachstums . . . . .	19
3	Übersicht zu Konzept 1 – Bewertung der Kontrolle am Vorfelddor . . . . .	92
4	Übersicht zu Konzept 2 – Bewertung der Kontrolle im Speditions-Hub und beim Abfertiger . . . . .	95
5	Übersicht zu Konzept 3 – Bewertung der Kontrolle am Übergang zum Flughafenbetriebsbereich . . . . .	97
6	Übersicht zu Konzept 4 – Bewertung der Kontrolle in der Speditions-Niederlassung oder beim Versender . . . . .	99
7	Gegenüberstellung der Konzepte . . . . .	101
8	Quoten und Faktoren des Datenmodells . . . . .	108
9	Parameter der Rückrechnung . . . . .	109
10	Parameter der Transporte . . . . .	111
11	Leistungskennzahlen für den Umschlagprozess . . . . .	112
12	Leistungskennzahlen für den B/U-Prozess . . . . .	113
13	Leistungskennzahlen der Sicherheitskontrolle . . . . .	115
14	Parametervariation . . . . .	132
15	Anzahl Offloadsendungen und zugehörige Kosten in Abhängigkeit der Fehlalarmrate (Konzept 1) . . . . .	134
16	Anzahl beschleunigt aufgebauter ULDs und der Zusatzkosten in Abhängigkeit der Fehlalarmrate (Konzept 2) . . . . .	135
17	Anzahl beschleunigt aufgebauter ULDs in Abhängigkeit der Fehlalarmrate (Konzept 3) . . . . .	136

18	Anzahl beschleunigter Transporte und der Zusatzkosten in Abhängigkeit der Fehlalarmrate (Konzept 4) . . . . .	137
19	Korrektur der Anzahl Kontrollstellen und des Personalbedarfs . . . . .	141
20	Abschreibungen, Personalkosten und Kosten der Schutzmaßnahmen . . . . .	142
21	Gesamtkosten in Abhängigkeit der Fehlalarmrate . .	142