

Inhalt

1	Einleitung	7	3.7.8	Löschsysteme	24
2	Reales Brandgeschehen	7	3.8	Generelle Anforderungen	24
2.1	Erste Erkenntnisse	8	4	Bestehendes Regelwerk	24
2.2	Brandursachen und Folgen	8	4.1	Nationale Vorschriften	24
2.3	Einzelfälle	9	4.2	Allgemeine Geltung	24
2.3.1	Brandbeginn im Innenraum	9	4.3	Richtlinie 2001/85/EG	25
2.3.2	Brandbeginn im Motorraum	10	4.3.1	Motorraum	25
2.3.3	Brandverlauf	11	4.3.2	Elektrische Ausrüstung und Verkabelung	25
2.4	Internationale Studien	17	4.3.3	Batterien	26
3	Analyse des realen Brandgeschehens	17	4.3.4	Werkstoffe	26
3.1	Begriffsbestimmungen	18	4.3.5	Feuerlöscher und Verbandkasten	26
3.2	Übersicht der Szenarien	18	4.4	ECE-Regelung R 36	27
3.2.1	Szenario 1: Motorraumbrand	18	4.4.1	Kraftstoff-Einfüllöffnungen	27
3.2.2	Szenario 2: Brandentstehung in Nebenräumen	18	4.4.2	Kraftstoffbehälter	27
3.2.3	Szenario 3: Brandentstehung im Fahrgastbereich	19	4.4.3	Kraftstoff-Versorgungsanlage	27
3.2.4	Szenario 4: Brandentstehung im Außenbereich	19	4.4.4	Notschalter	27
3.2.5	Szenario 5: Brandentstehung durch Unfalleinwirkung	19	4.5	Brennbarkeitsversuche	28
3.3	Einzeldarstellung	19	4.5.1	Richtlinie 95/28/EG	28
3.4	Gefährdungsmatrix	19	4.5.2	Weitere Prüfverfahren	28
3.5	Brandablaufbeschreibung	20	4.6	Auswahl	30
3.5.1	Beispiel für Szenario 1.1	20	5	Grundlagen der Brandlehre	31
3.5.2	Beispiel für Szenario 3.3	20	5.1	Zündung	31
3.6	Risikobetrachtung	21	5.2	Brandentstehung	31
3.6.1	Brandentstehung	21	5.3	Explosionen	33
3.6.2	Brandausbreitung	21	5.4	Brandausbreitung	34
3.6.3	Pyrolytische Emissionen	22	5.5	Brandklassen	34
3.7	Ableitung von Anforderungen an Prüfverfahren	22	6	Toxizität von Rauchgasen	34
3.7.1	Materialien im Motorraum und Innenraum	22	6.1	Toxikokinetik	36
3.7.2	Elektrische und elektronische Leiter, zum Bordnetz gehörende Komponenten und Geräte	23	6.2	Relevante Brandgase	38
3.7.3	Ausbreitungswege	23	6.2.1	Kohlenmonoxid (CO)	38
3.7.4	Leitungsverlegung	23	6.2.2	Kohlendioxid (CO ₂)	38
3.7.5	Systemausfälle	23	6.2.3	Stickoxide (NO _x)	39
3.7.6	Notausstiegsmöglichkeiten	23	6.2.4	Cyanwasserstoff oder Blausäure (HCN)	39
3.7.7	Räumliche Trennung von Bauteilgruppen	23	6.2.5	Chlorwasserstoff oder Salzsäuregas (HCL)	39
			6.3	Grenzwerte unterschiedlicher Einsatzbereiche	39

7 Eisenbahnwesen	41	11 Modellbildung	62
7.1 Aufgabenstellung	41	11.1 Rechnergestützte Simulation	62
7.2 Basisparameter	41	11.2 Grafische Phasenmodelle	62
7.2.1 Umfrageergebnisse	41	12 Brandversuche	64
7.2.2 Prüfungsumfang	41	12.1 Einbauanordnung	65
7.2.3 Anforderungen an die Prüfverfahren	42	12.2 Versuch 1	65
7.3 Klassifizierung der Werkstoffe	42	12.3 Versuch 2	67
7.4 Auswahl der Prüfverfahren	42	12.4 Versuch 3	69
7.4.1 Feuerreaktion der Materialien	43	12.5 Gewonnene Erkenntnisse	72
7.4.2 Feuerbeständigkeit der Baugruppen	46	13 Empfehlungen	72
7.4.3 Prüfung der Brandprodukte	46	13.1 Erforderliche Definitionen	72
7.4.4 Brandversuch natürlicher Größe	47	13.1.1 Reisebus	72
7.5 Übertragbarkeit	48	13.1.2 Innenausstattung von Reisebussen	73
8 Brandschutz	48	13.1.3 Innenraum	73
8.1 Primärer Brandschutz	48	13.1.4 Flashover (Feuerüberschlag)	73
8.2 Sekundärer Brandschutz	48	13.1.5 Übrige Definitionen	73
8.3 Tertiärer Brandschutz	49	13.2 Allgemeine Anforderungen	73
8.4 Zielekatalog	49	13.2.1 Brandmeldeanlage	74
8.5 Diskussion des Zielekatalogs	49	13.2.2 Automatische Löschanlagen	74
8.6 Insassenraum	51	13.2.3 Feuerlöscher	74
8.7 Motorraum	51	13.2.4 Notausstiege und Fluchtwege	74
8.8 Gepäckraum	51	13.2.5 Fahrgastinformation	75
9 Branddetektion	51	13.2.6 Rauchverbote	75
9.1 Detektionsverfahren	52	13.2.7 Batteriekästen	75
9.1.1 Flammenmelder	52	13.2.8 Rauchabzug	75
9.1.2 Thermomelder	52	13.2.9 Automatische Alarmierung	75
9.1.3 Rauchmelder	52	13.3 Toxizitätsprüfung	76
9.2 Einsatzbereiche	53	13.4 Raumentrennung	76
9.2.1 Motorraum	53	13.5 Sitze	77
9.2.2 Gepäckräume	54	13.6 Fußbodenbelag	77
9.2.3 Fahrgastbereich	54	13.7 Reinigung	77
9.3 Meldeverfahren	55	13.8 Mülleimer und Aschenbecher	77
9.4 Ausblick	55	13.9 Elektroinstallation	77
9.5 Mindestforderung	55	13.10 Auswahl der Prüfverfahren	78
10 Brandbekämpfung	56	13.10 Empfohlene Baustoff- und Bauteilprüfungen	78
10.1 Löschanlagen	56	14 Literatur	82
10.2 Feuerlöscher	57		
10.2.1 Löschmittel	57		
10.2.2 DIN EN 3	58		
10.3 Professionelle Brandbekämpfung	58		
10.4 Brandbekämpfung durch Laien	60		
10.5 Erfordernisse im Reisebus	60		