

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Abkürzungen	25
5 RAMS für Bahnen und Bahnanlagen	26
5.1 Allgemeines	26
5.2 Vorgehen für mehrstufige Systeme.....	26
5.2.1 Systemhierarchiekonzepte	26
5.2.2 Systemanforderungen und -kennwerte	28
5.2.3 Definieren eines Systems.....	29
5.3 Übersicht über das Bahnsystem	29
5.3.1 Allgemeines	29
5.3.2 An einem Bahnsystem beteiligte Akteure	29
5.3.3 Struktur des Bahnsystems und Aufteilung von RAMS-Anforderungen.....	30
5.4 RAMS für Bahnen und Bahnanlagen und Qualität der Leistung.....	30
5.5 Elemente von RAMS für Bahnen und Bahnanlagen	30
5.6 Faktoren mit Einfluss auf RAMS von Bahnen und Bahnanlagen.....	33
5.6.1 Allgemeines	33
5.6.2 Fehlerklassen	33
5.6.3 Ableitung von detaillierten bahnspezifischen Einflussfaktoren	34
5.6.4 Menschliche Faktoren	37
5.7 Festlegung von Anforderungen an RAMS von Bahnen und Bahnanlagen.....	39
5.7.1 Allgemeines	39
5.7.2 RAMS-Spezifikation	40
5.8 Risikobasierter Ansatz.....	40
5.9 Risikominderungsstrategie	41
5.9.1 Einleitung.....	41
5.9.2 Minderung von sicherheitsbezogenen Risiken.....	41
5.9.3 Minderung von Risiken in Bezug auf RAM.....	41
6 Management von RAMS für Bahnen und Bahnanlagen – Allgemeine Anforderungen	42
6.1 Allgemeines	42
6.2 Lebenszyklus des betrachteten Systems	43
6.3 Risikobewertung	52
6.4 Organisatorische Anforderungen	53
6.4.1 Allgemeines	53
6.4.2 Anforderungen.....	54

	Seite
6.5	Anwendung dieser Norm und Anpassungsmöglichkeiten an Projektumfang und Projektgröße 54
6.5.1	Allgemeine Anforderungen..... 54
6.5.2	Fall von komplexen Systemen mit unterschiedlichen Hierarchieebenen 56
6.5.3	Erneuerung innerhalb bestehender Systeme 57
6.5.4	Wiederverwendung oder Adaption eines bereits abgenommenen Systems 57
6.6	Allgemeine Anforderungen an die RAMS-Dokumentation..... 58
6.7	Verifizierung und Validierung 59
6.7.1	Allgemeines..... 59
6.7.2	Verifizierung 59
6.7.3	Validierung 59
6.8	Unabhängige Sicherheitsbewertung 61
6.8.1	Ziele..... 61
6.8.2	Aktivitäten..... 61
7	RAMS-Lebenszyklus 63
7.1	Allgemeines..... 63
7.2	Phase 1: Konzept..... 63
7.2.1	Ziele..... 63
7.2.2	Aktivitäten..... 63
7.2.3	Erforderliche Arbeitsergebnisse 63
7.3	Phase 2: Systemdefinition und betrieblicher Kontext..... 64
7.3.1	Ziele..... 64
7.3.2	Aktivitäten..... 64
7.3.3	Erforderliche Arbeitsergebnisse 67
7.4	Phase 3: Risikoanalyse und -beurteilung..... 67
7.4.1	Ziele..... 67
7.4.2	Aktivitäten..... 68
7.4.3	Erforderliche Arbeitsergebnisse 71
7.5	Phase 4: Festlegung von Systemanforderungen..... 71
7.5.1	Ziele..... 71
7.5.2	Aktivitäten..... 72
7.5.3	Erforderliche Arbeitsergebnisse 73
7.5.4	Spezielle Validierungsaufgaben..... 73
7.6	Phase 5: Architektur und Aufteilung von Systemanforderungen 73
7.6.1	Ziele..... 73
7.6.2	Aktivitäten..... 74
7.6.3	Erforderliche Arbeitsergebnisse 75
7.7	Phase 6: Entwurf und Implementierung..... 75
7.7.1	Ziele..... 75
7.7.2	Aktivitäten..... 75

	Seite
7.7.3	Erforderliche Arbeitsergebnisse 76
7.7.4	Spezielle Verifizierungsaufgaben 77
7.8	Phase 7: Herstellung 77
7.8.1	Ziele 77
7.8.2	Aktivitäten 77
7.8.3	Erforderliche Arbeitsergebnisse 77
7.9	Phase 8: Integration 78
7.9.1	Ziele 78
7.9.2	Aktivitäten 78
7.9.3	Erforderliche Arbeitsergebnisse 79
7.9.4	Spezielle Verifizierungsaufgaben 79
7.10	Phase 9: Systemvalidierung 79
7.10.1	Ziele 79
7.10.2	Aktivitäten 80
7.10.3	Erforderliche Arbeitsergebnisse 80
7.11	Phase 10: Systemabnahme 81
7.11.1	Ziele 81
7.11.2	Aktivitäten 81
7.11.3	Erforderliche Arbeitsergebnisse 82
7.12	Phase 11: Betrieb, Instandhaltung und Leistungsüberwachung 82
7.12.1	Ziele 82
7.12.2	Aktivitäten 82
7.12.3	Erforderliche Arbeitsergebnisse 85
7.12.4	Spezielle Verifizierungsaufgaben 85
7.13	Phase 12: Außerbetriebsetzung 86
7.13.1	Ziele 86
7.13.2	Aktivitäten 86
7.13.3	Erforderliche Arbeitsergebnisse 86
8	Sicherheitsnachweis 86
8.1	Zweck eines Sicherheitsnachweises 86
8.2	Inhalt eines Sicherheitsnachweises 87
Anhang A (informativ) RAMS-Plan 88	
A.1	Allgemeines 88
A.2	Verfahren 88
A.3	Beispiel eines grundsätzlichen RAMS-Plans 88
A.4	Liste möglicher Verfahren 90
Anhang B (informativ) Beispiele von Parametern für Bahnen 93	
B.1	Allgemeines 93
B.2	Zuverlässigkeitsparameter 93

	Seite
B.3	Instandhaltbarkeitsparameter..... 93
B.4	Verfügbarkeitsparameter..... 94
B.5	Parameter für Logistikhilfsmittel 95
B.6	Sicherheitsparameter 96
Anhang C (informativ)	Risikomatrixkalibrierung und Risikoakzeptanzkategorien..... 97
C.1	Allgemeines 97
C.2	Kategorien für die Häufigkeit des Auftretens 97
C.3	Schweregradkategorien 99
C.4	Risikoakzeptanzkategorien 100
Anhang D (informativ)	Anleitung für die Systemdefinition 103
D.1	Allgemeines..... 103
D.2	Systemdefinition in einem iterativen Systemansatz..... 103
D.3	Verfahren für die Festlegung der Gliederung eines Systems 103
D.3.1	Allgemeines..... 103
D.3.2	Liste der Funktionen..... 103
D.3.3	Funktionale Aufgliederung 103
D.4	Parteien/Akteure/Grenzen des Systems 104
D.5	Anleitung zum Inhalt einer Systemdefinition 104
Anhang ZZ (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG..... 106
Literaturhinweise 111
Bilder	
Bild 1	– Darstellung der Systemhierarchie 28
Bild 2	– Wechselbeziehung zwischen den RAMS-Elementen der Bahnen und Bahnanlagen 31
Bild 3	– Auswirkungen von Ausfällen innerhalb eines Systems..... 32
Bild 4	– Faktoren mit Einfluss auf RAMS von Bahnen und Bahnanlagen..... 35
Bild 5	– Beispiel für die Ableitung der Ursache-Wirkungs-Beziehungen mithilfe eines Diagrammansatzes 37
Bild 6	– Wechselbeziehung von RAMS-Managementprozess und Lebenszyklus des Systems 44
Bild 7	– Die V-Zyklus-Darstellung..... 45
Bild 8	– Prozess der mit den Phasen 3 und 4 verbundenen Risikobewertung (in Bezug auf die Sicherheit) 53
Bild 9	– Beispiel für Lebenszyklen auf unterschiedlichen Hierarchieebenen 56
Bild 10	– Beziehung zwischen Ursache, Gefährdung und Unfall..... 69
Bild B.1	– Konzept der Verfügbarkeit und zugehörige Begriffe..... 95
Tabellen	
Tabelle 1	– (informativ) RAMS-Aufgaben für den Verlauf der einzelnen Lebenszyklusphasen 47
Tabelle A.1	– Struktur eines Beispiels für einen grundsätzlichen RAMS-Plan 89
Tabelle B.1	– Beispiele für Zuverlässigkeitsparameter 93
Tabelle B.2	– Beispiele für Instandhaltbarkeitsparameter..... 93

	Seite
Tabelle B.3 – Beispiele für Verfügbarkeitsparameter	94
Tabelle B.4 – Beispiele für Parameter der Logistikhilfsmittel	95
Tabelle B.5 – Beispiele für Sicherheitsleistungsparameter	96
Tabelle C.1 – Häufigkeit des Auftretens von gefährlichen Ereignissen mit Beispielen für die Quantifizierung (zeitbasiert)	98
Tabelle C.2 – Häufigkeit des Auftretens von Ereignissen mit Beispielen für die Quantifizierung (distanzbasiert)	99
Tabelle C.3 – Schweregradkategorien (Beispiel mit Bezug auf RAM)	99
Tabelle C.4 – Schweregradkategorien (Beispiel 1 mit Bezug auf RAMS).....	100
Tabelle C.5 – Schweregradkategorien (Beispiel 2 mit Bezug auf die Sicherheit)	100
Tabelle C.6 – Finanzielle Schweregradkategorien (Beispiel).....	100
Tabelle C.7 – Risikoakzeptanzkategorien (Beispiel 1 für binäre Entscheidungen).....	101
Tabelle C.8 – Risikoakzeptanzkategorien (Beispiel 2)	101
Tabelle C.9 – Risikoakzeptanzkategorien (Beispiel mit Bezug auf die Sicherheit)	101
Tabelle D.1 – Typische Beispiele für eine funktionale Aufgliederung	104
Tabelle ZZ.1 – Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, der TSI „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung (ZZS)“ (Beschluss 2012/88/EU der Kommission vom 25. Januar 2012, geändert durch den Beschluss 2012/696/EU der Kommission vom 6. November 2012 und den Beschluss (EU) 2015/14 der Kommission vom 5. Januar 2015) und der Richtlinie 2008/57/EG	106
Tabelle ZZ.2 – Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, der TSI LOC&PAS RST „Lokomotiven und Personenwagen“ (VERORDNUNG (EU) Nr. 1302/2014 vom 18. November 2014) und der Richtlinie 2008/57/EG	108
Tabelle ZZ.3 – Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, der TSI „Energie“ (VERORDNUNG (EU) Nr. 1301/2014 vom 18. November 2014) und der Richtlinie 2008/57/EG.....	109
Tabelle ZZ.4 – Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, der TSI „Infrastruktur“ (VERORDNUNG (EU) Nr. 1299/2014 vom 18. November 2014) und der Richtlinie 2008/57/EG.....	110