

## 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
<b>Bilder</b>	
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
<b>Tabellen</b>	
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