

Kernfragen zur Produktsicherheit von Stadtbahnfahrzeugen

Michael Bellair

Copyright © 2007 Michael Bellair.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled „GNU Free Documentation License“.

Zusammenfassung

Dieses Dokument fasst Begriffsdefinitionen zur *Produktsicherheit* von *Stadtbahnfahrzeugen* im Sinne der *DIN EN 50 126 [3]* zusammen. Es zeigt das Spektrum der im Rahmen der *Produktsicherheit* zu berücksichtigenden Zustände / Ereignisse auf und benennt die zur Sicherstellung der *Produktsicherheit* erforderlichen Aspekte.

Abschließend wird als Hauptproblem die Sicherung der Vollständigkeit der im Rahmen der *Produktsicherheit* berücksichtigten *Gefahren* erkannt.

Dieses Dokument ist der *GNU Free Documentation License (GNU-FDL)* unterstellt und somit im Rahmen dieser Lizenz frei veränderbar. Jede veränderte Version ist jedoch selbst unter der *GNU-FDL* zu veröffentlichen.

Die Lizenz kann Anhang A entnommen werden. Eine deutsche Übersetzung ist unter <http://www.giese-online.de/gnufdl-de.html> zu finden.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	5
1 Einleitung	7
1.1 Zweck des Dokumentes	7
1.2 Hinweise zur Typografie	7
2 Problemstellung	9
2.1 Der Betrachtungsgegenstand Sicherheit	9
2.2 Das Spektrum der Produktsicherheit eines Stadtbahnfahrzeugs	10
2.3 Die Sicherstellung der Produktsicherheit eines Stadtbahnfahrzeugs	11
A GNU Free Documentation License	15
Begriffs-/Abkürzungsverzeichnis	23
Literatur	27

1 Einleitung

1.1 Zweck des Dokumentes

Im Rahmen meiner Tätigkeit zur *Produktsicherheit* schien es mir hilfreich, über den Sicherheitsbegriff im Zusammenhang mit der *DIN EN 50 126 [3]* nachzudenken und einige elementare Begriffsdefinitionen zu hinterfragen.

In diesem Zusammenhang konnten Kernfragen zur Sicherstellung der *Produktsicherheit* von Stadtbahnfahrzeugen formuliert werden, wobei die Frage nach der Vollständigkeit der analysierten *Gefahren* der mit der größten Unsicherheit behaftete Aspekt der *Produktsicherheit* ist.

1.2 Hinweise zur Typografie

Zitate, sowie alle im Begriffs-/Abkürzungsverzeichnis erläuterten Begriffe werden *kursiv* gesetzt, wobei den Gesetzen, Normen und Richtlinien im Begriffs-/Abkürzungsverzeichnis jeweils das Schlüsselwort „Gesetz —“, „Norm —“ bzw. „Richtlinie —“ vorangestellt wird.

Literaturreferenzen werden in eckigen Klammern [] angegeben. Fußnoten werden mittels hochgestellter Ziffern ⁽¹⁾ gekennzeichnet.

2 Problemstellung

2.1 Der Betrachtungsgegenstand Sicherheit

Der Begriff *Sicherheit* erstreckt sich auf einen großen Bereich des öffentlichen Lebens und umfasst verschiedene Aspekte, wie zum Beispiel Arbeitsschutz, Umweltschutz, Schutz vor Kriminalität oder Schutz vor Gesundheitsschäden im Umgang mit technischen Produkten.

Für den Bereich schienengebundener Transportsysteme wie Eisenbahn, *Stadtbahn* oder *Straßenbahn* stellt *DIN EN 50 126 [3]* eine ganzheitliche, auf den Lebenszyklus bezogene Sicht auf das *RAMS* - Fachgebiet vor, wobei „S“ für das Element *Sicherheit* steht.

Der Begriff *Sicherheit* wird dort als *Das Nichtvorhandensein eines unzulässigen Schadensrisikos*. [3] definiert, wobei die Definition des Begriffes „Schadensrisiko“ nicht erfolgt. Er kann aber ausgehend von der Definition des Begriffes *Risiko* hergeleitet werden.

Risiko ist *Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Gefahr, die einen Schaden verursacht, sowie der Schweregrad eines Schadens*. Folglich ist der Begriff *Schaden* in Kombination mit dem Begriff *Gefahr* Bestandteil des *Risikos*, weshalb der Begriff „Schadensrisiko“ überbestimmt und im Sinne der *DIN EN 50 126 [3]* mittels des Begriffes *Risiko* vollständig beschrieben ist.

Sicherheit ist somit im Sinne der *DIN EN 50 126 [3]* *Das Nichtvorhandensein eines unzulässigen Risikos*.

Die *Sicherheit* wird demnach mittels des vorhandenen *Risikos* bewertet. Das *Risiko* wird als Zusammenhang zwischen *Gefahr* und *Schaden* definiert. Die *Gefahr* ist *Eine physikalische Situation, die potentiell einen Schaden für den Menschen beinhaltet* und stellt somit ebenfalls einen Bezug zum Begriff *Schaden* her.

Es kann also festgestellt werden, daß auch die Definition des *Risikos* überbestimmt ist und im Sinne der *DIN EN 50 126 [3]* als *Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Gefahr, sowie der Schweregrad der Auswirkung dieser Gefahr* definiert werden kann.

Das *Risiko* wird anhand der Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung der *Gefahr* bemessen. Die *Gefahr* selbst ist mittels des „Schadens für den Menschen“ definiert, ohne den Begriff *Schaden* einzuschränken oder zu erläutern.

Als „Schaden für den Menschen“ kann ein Umweltschaden, welcher das Leben des Menschen einschränkt, ein finanzieller Schaden oder auch ein Gesundheitsschaden interpretiert werden. Aus Tabelle 3 des Abschnittes 4.6.2.3 der *DIN EN 50 126 [3]* kann aber geschlossen werden, daß der Begriff *Schaden* als Gesundheits- und Umweltschaden zu verstehen ist, da der Bezug zu Unfalltoten, Verletzten und Umweltschäden hergestellt ist.

Die *Gefahr* kann also als *Eine physikalische Situation, die potentiell einen Schaden beinhaltet*. verstanden werden, wobei der *Schaden* als *Beeinträchtigung der Gesundheit des Menschen (einschließlich Tod) bzw. Beeinträchtigung der Umwelt (einschließlich vollständiger Zerstörung)* verstanden wird.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die in *DIN EN 50 126 [3]* definierte *Sicherheit* anhand des dem Bahnsystem innewohnenden *Risikos* bemessen wird. Das Risiko repräsentiert

die Kombination aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung der vorhandenen *Gefahren*, wobei die *Gefahr* als Situation verstanden wird, die beim Eintreten die Gesundheit des Menschen oder die Umwelt schädigt.

Im Rahmen der weiteren Überlegungen ist zu untersuchen, welche Gefahrenursachen bezogen auf die Gesundheitsschäden zu betrachten sind.

2.2 Das Spektrum der Produktsicherheit eines Stadtbahnfahrzeugs

Im Abschnitt 2.1 wurden die Grundbegriffe *Sicherheit*, *Risiko*, *Gefahr* und *Schaden* untersucht. Gegenstand des vorliegenden Abschnitts soll die Eingrenzung des Sicherheitsbegriffes auf die *Produktsicherheit* von *Stadtbahnfahrzeugen* sein.

Die *Fahrzeuge* der *Stadtbahnen* verkehren unter Beachtung der StVO ebenso im Verkehrsraum öffentlicher Straßen auf Sicht wie die *Fahrzeuge* der *Straßenbahnen*. Zusätzlich verkehren sie in Tunneln und auf Hochstrecken unter Zugsicherungsanlagen, für die die StVO nicht maßgebend ist. Folglich umfassen *Stadtbahnen* ein breiteres Spektrum an betrieblichen Anforderungen als *Straßenbahnen*.

Stadtbahnfahrzeuge sind *Fahrzeuge* im Sinne der *BOStrab* [2], welche auf *Stadtbahnen* verkehren.

Die *Produktsicherheit* umfasst *Gefahren* die von einem Produkt ausgehen, welches der Öffentlichkeit zugänglich bzw. Arbeitsgegenstand für Beschäftigte eines Unternehmens ist. Bezogen auf eine *Stadtbahn* sind das neben den öffentlich zugänglichen Bereichen wie zum Beispiel Fahrkartenselbstbedienungsautomaten oder Rolltreppen bzw. nicht öffentlich zugänglichen Bereichen wie Werkstatt- oder Abstellanlagen auch die *Stadtbahnfahrzeuge*.

Die Definition der Begriffe *Gefahr* und *Schaden* beschränkt die zu betrachtenden Ereignisse auf Gesundheits- bzw. Umweltschäden. Die Definition des Begriffes *Produktsicherheit* reduziert diese Ereignisse zusätzlich auf die vom Stadtbahnfahrzeug ausgehenden bzw. auf das Stadtbahnfahrzeug wirkenden *Gefahren*.

Die Reaktionen auf die vom Stadtbahnfahrzeug ausgehenden *Gefahren* wie zum Beispiel die Maßnahmen des Arbeitsschutzes werden demnach nicht betrachtet.

Das Spektrum der vom Stadtbahnfahrzeug ausgehenden *Gefahren* umfasst in allen Betriebs-, Instandhaltungs-, Umgebungs- und Sonderzuständen (z.B. Eingleisen, Havariebeseitigung)

- die im Normalbetrieb auftretenden inhärenten Zustände (z.B. das Vorhandensein elektrischer Spannung, erwärmter Komponenten, potentieller Energien) und Ereignisse (z.B. Relativbewegungen),
- die Ausfallereignisse, Fehlfunktionen oder Funktionen mit verminderter Wirksamkeit,
- die Alterungs-, Verschleiß- und Verbrauchszustände,
- die Möglichkeiten der bewussten Fehlbedienung sowie
- die Möglichkeiten der unbewussten Fehlbedienung.

Der Bereich der auf das Stadtbahnfahrzeug wirkenden *Gefahren* umfasst

- Instandhaltungsfehler,
- Vandalismus einschließlich Brandstiftung und
- externe Ereignisse.

Mit Kenntnis der genannten *Gefahren* kann deren Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung und somit das *Risiko* bestimmt werden. Das *Risiko* ist das Maß, anhand dessen die *Sicherheit* bewertet wird, wobei ein kleines Risiko eine hohe *Sicherheit* bedeutet.

Die Möglichkeiten zur Verminderung der Eintrittswahrscheinlichkeit einer *Gefahr* umfassen technisch / organisatorische Maßnahmen, wie

- Redundanz,
- Einnehmen eines sicheren Zustandes im Fehlerfall (inhärent sichere Auslegung),
- Schulung des Personals,
- ärztliche Untersuchungen des Personals und
- Hinweise / Regeln für Fahrgäste.

Die Möglichkeiten zur Verminderung der Schwere der Auswirkung einer *Gefahr* sind anhand der Zeitspanne zwischen Eintritt der *Gefahr* und Eintritt des *Schadens* zu bewerten.

Die Auswirkungen der *Gefahren*, bei denen der Eintrittszeitpunkt von *Gefahr* und *Schaden* nahezu identisch sind, können mittels Arbeitsschutzmaßnahmen für die Instandhaltung / Sonderzustände des Stadtbahnfahrzeugs verringert werden.

Die Auswirkungen der *Gefahren*, bei denen der Eintrittszeitpunkt von *Gefahr* und *Schaden* nicht identisch sind, können mittels technisch / organisatorischer Maßnahmen der Gefahrenerkennung, wie

- Diagnose (Fehlermeldung, Meldung von Verbrauchsständen, Meldung von Verschleißzuständen) oder
- Sicht- und Funktionskontrollen (vor Betriebsbeginn, in der Instandhaltung)

verringert werden.

2.3 Die Sicherstellung der Produktsicherheit eines Stadtbahnfahrzeugs

Die im Abschnitt 2.2 aufgezeigten Zusammenhänge stellen das Spektrum der bei der Entwicklung und Konstruktion von *Stadtbahnfahrzeugen* zu berücksichtigenden Aspekte der *Produktsicherheit* dar.

Die Aspekte der *Produktsicherheit* müssen in die Entwicklungs- und Konstruktionsphase im Rahmen eines wirksamen RAMS-Managements nach *DIN EN 50 126 [3]* unter Berücksichtigung

- der beim Verkehrsbetrieb vorliegenden Umgebungsbedingungen,
- einer beanspruchungsgemäßen Dimensionierung und Auslegung,
- einer qualitätsgerechten Fertigung und Prüfung,
- eines Bestimmungsgemäßen Gebrauches (Benutzung / Bedienung) und
- einer qualitätsgerechten Instandhaltung

einfließen.

Insbesondere müssen systematische Fehler beim Entwurf und der Implementierung von Fahrzeugfunktionen beherrscht werden, die mittels elektrischer / elektronischer / programmierbarer elektronischer Geräte realisiert werden.

Für sicherheitsrelevante Funktionen stellt die Normenreihe *DIN EN 61 508 Bbl. 1 [4]*, *DIN EN 61 508-1 [4]*, *DIN EN 61 508-2 [5]*, *DIN EN 61 508-3 [6]*, *DIN EN 61 508-4 [7]*, *DIN EN 61 508-5 [8]*, *DIN EN 61 508-6 [9]*, *DIN EN 61 508-7 [9]* entsprechende Informationen bereit.

Das Erstellen einer *Risikoanalyse* und Führen eines *Gefahrenprotokolls* ermöglicht ein systematisches und dokumentiertes Vorgehen, um die offensichtlichen Aspekte der *Produktsicherheit* vollständig zu berücksichtigen.

Basierend auf einer *Gefahrenanalyse*, unter Berücksichtigung aller technisch- / organisatorischen Maßnahmen die die Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung der *Gefahren* beeinflussen (siehe Abschnitt 2.2), werden die erkannten *Gefahren* einer Risikobewertung unterzogen. Somit wird das mit dem *Stadtbahnfahrzeug* verbundene *Risiko* anhand eines *Risikoakzeptanzprinzips* (siehe *DIN EN 50 126 [3]*) bewertet.

Die technisch- / organisatorischer Maßnahmen zur Reduzierung des *Risikos* (z.B. fehlersichere Konstruktion, *Sicherheitsfunktionen*, Anweisungen für den Betrieb und Instandhaltung) werden als *Sicherheitsanforderungen* bezeichnet und sind Gegenstand der Aktivitäten zur Sicherstellung der *Produktsicherheit*.

Sie unterscheiden sich von den Anforderungen mit Sicherheitsrelevanz (z.B. zu erreichende Bremsbeschleunigungen, abzusichernde Beleuchtungsstärke, maximal auftretende Lautstärke des Fahrgastinformationssystems, maximal auftretende Temperatur der Heizung / Klimaanlage, zu ergreifende Brandschutzmaßnahmen, zu ergreifende Maßnahmen zur Absicherung der Elektromagnetischen Verträglichkeit) welche Bestandteil der Randbedingungen zur *Produktsicherheit*, jedoch nicht Gegenstand der Aktivitäten zur Sicherstellung der *Produktsicherheit* sind.

Die *Risikoanalyse* (einschließlich der implizit enthaltenen *Sicherheitsanforderungen*) wird mittels Sicherheitsüberprüfungen gemeinsam mit den Ingenieuren der Konstruktions- und Entwicklungsabteilung und dem Verkehrsbetrieb auf Vollständigkeit und Umsetzbarkeit überprüft. Die während der Bearbeitung der *Risikoanalyse* getroffenen Festlegungen werden im *Gefahrenprotokoll* notiert und somit der Prozess zur Sicherstellung der *Produktsicherheit* dokumentiert.

Die bei der Entwicklung und Konstruktion von *Stadtbahnfahrzeugen* zu berücksichtigenden Aspekte der *Produktsicherheit* stellen ein komplexes Geflecht aus technischen Konzepten / Eigenschaften und auszutauschenden Informationen dar.

Kernproblem dieser Arbeit ist die Absicherung der Vollständigkeit der im Rahmen der *Produktsicherheit* zu berücksichtigenden Aspekte. Sie kann nicht vom Einzelnen, sondern nur als Gemeinschaftsarbeit einer Gruppe von Experten gewährt werden und wird wesentlich vom Erfahrungsschatz der Beteiligten bestimmt. Folglich dient die Sicherheitsüberprüfung als zentrale Schnittstelle zum Informationsaustausch und soll die Vollständigkeit der Aspekte der *Produktsicherheit* absichern.

A GNU Free Documentation License

Version 1.2, November 2002

Copyright ©2000,2001,2002 Free Software Foundation, Inc.

59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

Preamble

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document free in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of „copyleft“, which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The „**Document**“, below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as „**you**“. You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A „**Modified Version**“ of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A „**Secondary Section**“ is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document’s overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The „**Invariant Sections**“ are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released

under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The „**Cover Texts**“ are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A „**Transparent**“ copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not „Transparent“ is called „**Opaque**“.

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The „**Title Page**“ means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, „Title Page“ means the text near the most prominent appearance of the work’s title, preceding the beginning of the body of the text.

A section „**Entitled XYZ**“ means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as „**Acknowledgements**“, „**Dedications**“, „**Endorsements**“, or „**History**“.) To „**Preserve the Title**“ of such a section when you modify the Document means that it remains a section „Entitled XYZ“ according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or non-commercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other

conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.

- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- H. Include an unaltered copy of this License.
- I. Preserve the section Entitled „History“, Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled „History“ in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the „History“ section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- K. For any section Entitled „Acknowledgements“ or „Dedications“, Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- M. Delete any section Entitled „Endorsements“. Such a section may not be included in the Modified Version.
- N. Do not retitle any existing section to be Entitled „Endorsements“ or to conflict in title with any Invariant Section.
- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version’s license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled „Endorsements“, provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled „History“ in the various original documents, forming one section Entitled „History“; likewise combine any sections Entitled „Acknowledgements“, and any sections Entitled „Dedications“. You must delete all sections Entitled „Endorsements“.

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an „aggregate“ if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation’s users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document’s Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled „Acknowledgements“, „Dedications“, or „History“, the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License „or any later version“ applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright ©YEAR YOUR NAME. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled „GNU Free Documentation License“.

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the „with...Texts.“ line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.

Begriffs- / Abkürzungsverzeichnis

Fahrzeug

Fahrzeuge sind solche, die spurgebunden als Züge oder in Zügen verkehren können. Mehrteilige Fahrzeuge, die während des Fahrbetriebs nicht getrennt werden können, gelten als ein Fahrzeug. (BOStrab §1 Abs. 8) [2]

Gefahr

Im Sinne der DIN EN 50 126 wird die Gefahr als eine physikalische Situation verstanden, die potentiell einen Schaden beinhaltet. [1]

Gefahrenanalyse

Vorgang, bei dem anhand vorliegender Informationen Gefahren systematisch erkannt werden.

Gefahrenprotokoll

Das Dokument, in dem alle mit der Sicherheit zusammenhängenden Maßnahmen, die ermittelten Gefahren, die getroffenen Entscheidungen und die gewählten Lösungen aufgezeichnet oder als Verweisung enthalten sind. Es wird auch als 'Sicherheitsprotokoll' bezeichnet. [3]

Gesetz — BOStrab [2]

Diese Verordnung gilt für den Bau und Betrieb der Straßenbahnen im Sinne des § 4 des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG). Das Bauordnungsrecht der Länder bleibt unberührt [2]

GNU Free Documentation License (GNU-FDL)

Der Zweck dieser Lizenz ist es, ein Handbuch, Textbuch oder ein anderes zweckdienliches und nützliches Dokument frei, im Sinne von Freiheit, zu machen; jedermann die Freiheit zu sichern, es zu kopieren und mit oder ohne Änderungen daran, sowohl kommerziell als auch nicht kommerziell weiter zu verbreiten. Weiterhin sichert diese Lizenz einem Autor oder Verleger die Möglichkeit, Anerkennung für seine Arbeit zu erhalten ohne für Änderungen durch Andere verantwortlich gemacht zu werden. <http://www.giese-online.de/gnufdl-de.html>

Norm — DIN EN 50 126 [3]

*Mit dieser Europäischen Norm wird den Bahnunternehmen und der Bahnindustrie sowie ihren Zulieferern in der Europäischen Gemeinschaft ein Verfahren zur konsequenten Anwendung eines Managements für Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit, abgekürzt als **RAMS**, zur Verfügung gestellt. [3]*

Norm — DIN EN 61 508 Bbl. 1 [4]

Dieser Technische Bericht führt in das Konzept der Funktionalen Sicherheit ein und gibt einen Überblick über die Normen der Reihe IEC 61508. [4]

Norm — DIN EN 61 508-1 [4]

Diese Internationale Norm behandelt diejenigen Gesichtspunkte, die zu betrachten sind, wenn elektrische/elektronische/programmierbar elektronische Systeme (E/E/PE) zur Ausführung von Sicherheitsfunktionen eingesetzt werden. [4]

Norm — DIN EN 61 508-2 [5]

Dieser Teil der IEC 61508:

- a) ist dazu vorgesehen, nur nach einem gründlichen Verständnis der IEC 61508-1 angewendet zu werden, die den gesamten Rahmen für die Erreichung der funktionalen Sicherheit bereitstellt;*
- b) ist für jedes sicherheitsbezogene System, wie durch die IEC 61508-1 definiert, anwendbar, das mindestens ein elektrisches oder programmierbares elektronisches Bauteil enthält; [5]*

Norm — DIN EN 61 508-3 [6]

Dieser Teil der IEC 61508:

- a) ist dazu vorgesehen, nur nach einem gründlichen Verständnis der IEC 61508-1 und IEC 61508-2 angewendet zu werden, die den gesamten Rahmen für die Erreichung der funktionalen Sicherheit bereitstellt;*
- b) trifft auf jede Software zu, die einen Teil eines sicherheitsbezogenen Systems bildet oder verwendet wird, um ein sicherheitsbezogenes System im Anwendungsbereich der IEC 61508-1 und IEC 61508-2 zu entwickeln. Diese Software wird dann sicherheitsbezogene Software genannt. [6]*

Norm — DIN EN 61 508-4 [7]

Dieser Teil der IEC 61508 beinhaltet die Definitionen und Benennungen, die in den Teilen 1 bis 7 dieser Norm verwendet werden. [7]

Norm — DIN EN 61 508-5 [8]

Dieser Teil der IEC 61508 liefert Informationen über

- a) die zugrunde liegenden Konzepte des Risikos und den Zusammenhang zwischen Risiko und Sicherheitsintegrität (siehe Anhang A);*
- b) eine Anzahl von Methoden, die es ermöglichen, den Sicherheits-Integritätslevel für die sicherheitsbezogenen E/E/PE-Systeme, sicherheitsbezogene Systeme anderer Technologie und externe Einrichtungen zur Risikominderung festzulegen (siehe Anhänge B, C, D und E). [8]*

Norm — DIN EN 61 508-6 [9]

Dieser Teil der IEC 61508 enthält Informationen und Richtlinien für die IEC 61508-2 und IEC 61508-3. [9]

Norm — DIN EN 61 508-7 [9]

Dieser Teil der IEC 61508 beinhaltet einen Überblick über verschiedene Sicherheitsverfahren und -maßnahmen zur Anwendung der IEC 61508-2 und IEC 61508-3. [9]

Produktsicherheit

In Anlehnung an die Definition des Begriffes 'Sicherheit' in DIN EN 50 126 wird die Produktsicherheit als das Nichtvorhandensein eines unzulässigen Risikos verstanden, das von einem Produkt ausgeht, welches der Öffentlichkeit zugänglich bzw. Arbeitsgegenstand für Beschäftigte eines Unternehmens ist. [1]

RAMS

Eine Abkürzung, die eine Kombination aus Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit bezeichnet [3]

Risiko

Im Sinne der DIN EN 50 126 wird das Risiko als die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Gefahr, sowie der Schweregrad der Auswirkung dieser Gefahr verstanden. [1]

Risikoakzeptanzprinzip

Die Akzeptanz von Risiken sollte sich auf ein im Grundsatz anerkanntes Prinzip abstützen. Es gibt eine Anzahl von Prinzipien, die angewendet werden können. Einige Beispiele sind nachfolgend angeführt (...):

- a) As Low As Reasonably Practicable (ALARP-Prinzip, verwendet in Großbritannien = so niedrig wie vernünftigerweise ausführbar);*
- b) Globalement Au Moins Aussi Bon (GAMAB-Prinzip, verwendet in Frankreich = insgesamt mindestens genauso gut). Die vollständige Formulierung dieses Prinzips lautet: 'Alle neuen spurgeführten Transportsysteme müssen insgesamt einen globalen Sicherheits-Level bieten, der mindestens so hoch ist wie der in irgendeinem vergleichbaren existierenden System.';*
- c) Minimum Endogenous Mortality (MEM-Prinzip, verwendet in Deutschland = minimale endogene Sterblichkeit). (Abs. 4.6.3.3) [3]*

Risikoanalyse

Vorgang, bei dem in systematischer Weise anhand vorliegender Informationen Gefahren erkannt und das Risiko für eine einzelne Person, für Personengruppen, für Eigentum oder für die Umwelt abgeschätzt wird. [10]

Die Übersetzung der Definition wurde IEC 56(Sec)410 entnommen. Im Sinne der EN 50 126 umfasst der Risikobegriff nicht das Eigentum.

Schaden

Im Sinne der DIN EN 50 126 wird der Schaden als Beeinträchtigung der Gesundheit des Menschen (einschließlich Tod) bzw. Beeinträchtigung der Umwelt (einschließlich vollständiger Zerstörung) verstanden [1]

Sicherheit

Im Sinne der DIN EN 50 126 wird die Sicherheit als das Nichtvorhandensein eines unzulässigen Risikos verstanden. [1]

Sicherheitsanforderung

Als 'Sicherheitsanforderung' werden alle technisch- / organisatorischen Maßnahmen zur Risikominderung bezeichnet. [1]

Sicherheitsfunktion

Funktion, die von einem E/E/PE-sicherheitsbezogenen System, einem sicherheitsbezogenen System anderer Technologie oder externen Einrichtungen zur Risikominderung ausgeführt wird mit dem Ziel, unter Berücksichtigung eines festgelegten gefährlichen Vorfalls ... einen sicheren Zustand für die EUC zu erreichen oder aufrechtzuerhalten [7]

Stadtbahn

Stadtbahnen stellen ein Mischsystem von straßenabhängigen und straßenunabhängigen Streckenführungen dar. In der Regel ist die unabhängige Streckenführung in Tunneln, auf Hochstrecken, besonderen oder unabhängigen Bahnkörpern zu finden. Auf den Tunnelabschnitten wird auf Zugsicherung gefahren. Im Bereich der unabhängigen Streckenführung (besonderer oder unabhängiger Bahnkörper) ist die StVO nicht maßgebend, dagegen ist gemäß 'Straßenbahnen' ... im Bereich straßenabhängiger Streckenführungen die StVO zu beachten. [11]

Stadtbahnfahrzeug

Stadtbahnfahrzeuge sind Fahrzeuge im Sinne der BOStrab, welche auf Stadtbahnen verkehren. [1]

Straßenbahn

Straßenbahnen verkehren im Verkehrsraum öffentlicher Straßen entweder auf straßenbündigen (eingepflasterten) Strecken oder auf besonderen und unabhängigen Bahnkörpern. Straßenbahnen fahren in der Regel auf Sicht, die Verkehrsregeln und Verkehrszeichen der Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) sind zu beachten. Darüber hinaus gelten Signale und Zeichen der BOStrab bzw. der darauf aufbauenden örtlichen Signalordnung (SO). [11]

Literatur

- [1] M. Bellair. Kernfragen zur Produktsicherheit von Stadtbahnfahrzeugen. <http://freenet-homepage.de/bellair/latex/latex.html>, 17. Dezember 2007.
- [2] BOStrab. *Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen — Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung - BOStrab*, 11. Dezember 1987.
- [3] DIN EN 50 126. *Bahnanwendungen — Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS)*, März 2000.
- [4] DIN EN 61 508-1. *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*, November 2002.
- [5] DIN EN 61 508-2. *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 2: Anforderungen an sicherheitsbezogene elektrische/elektronische/programmierbare elektronische Systeme*, Dezember 2002.
- [6] DIN EN 61 508-3. *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 3: Anforderungen an Software*, Dezember 2002.
- [7] DIN EN 61 508-4. *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 4: Begriffe und Abkürzungen*, November 2002.
- [8] DIN EN 61 508-5. *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 5: Beispiele zur Ermittlung der Stufe der Sicherheitsintegrität (safety integrity level)*, November 2002.
- [9] DIN EN 61 508-6. *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 6: Anwendungsrichtlinie für IEC 61508-2 und IEC 61508-3*, Juni 2003.
- [10] IEC 60 300-3-9. *Zuverlässigkeitsmanagement — Teil 3-9: Anwendungsleitfaden — Analyse des Risikos technischer Systeme*, Dezember 1995.
- [11] V. D. V. (VDV). *Der Straßenbahner — Handbuch für U-Bahner, Stadt- und Straßenbahner*. beka, 2001.