



# Neue Generation Signaltechnik

Sektorweite Initiative zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit  
der Leit- und Sicherungstechnik

## Teilbericht

### AP 2100 – Allgemein vertretbares Risiko

26.06.2013

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Laufzeit:

01.09.2011 – 31.08.2013

Projektträger:

TÜV Rheinland Consulting GmbH

**Änderungsverfolgung**

Datum	Bearbeiter	Version	Inhalt
31.07.2012	Braband (Siemens AG)	V01	Erstellung
23.10.2012	Braband (Siemens AG)	V02	Überarbeitung und Einarbeitung der Beiträge von Hrn. Brinkmann (Pintsch Bamag) und Dr. Notter (Thales)
13.11.2012	Braband (Siemens AG)	V03	Einarbeitung weiterer Kommentare
22.11.2012	Braband (Siemens AG)	V04	Vervollständigung, Version fürs Review
07.12.2012	Braband (Siemens AG)	V05	Änderungen nach Review
14.12.2012	Braband (Siemens AG)	V06	Editorielle Anpassungen
26.06.2013	Braband (Siemens AG)	V07	Berücksichtigung der Änderungen auf Grund Revision CSM VO

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	4
2	Vorgaben der CSM VO.....	4
3	Anwendungsfälle .....	5
3.1	Gefährdungsermittlung .....	6
3.2	Geringfügig erhöhte Risiken .....	6
3.3	Nichtbehebung von Produktsicherheitsmängeln .....	6
4	Diskussion.....	6
4.1	Wirtschaftliche Interpretation .....	6
4.2	Technische Interpretation .....	7
5	Beispiele .....	8
5.1	Einführung einer technischen Gefahrenraumfreimeldung .....	8
5.2	Kontinuierliche Geschwindigkeitsüberwachung bei PZB .....	9
6	Zusammenfassung.....	10
7	Anhang .....	11
7.1	Vergleich mit „broadly acceptable risk“ nach ALARP .....	11
7.2	Anwendung in DIN V VDE V 0831-100.....	12
7.3	Referenzen .....	12
7.4	Abkürzungen .....	13

## 1 Einleitung

Damit Eisenbahnbetreiber zur Analyse und zur Beherrschung von geringfügigen Risiken nicht einen unangemessenen hohen Aufwand betreiben müssen, hatte die European Railway Agency (ERA) in der CSM Verordnung den Begriff des „broadly acceptable risk“ eingeführt, der im deutschen Text etwas unzutreffend als weitgehend akzeptables Risiko übersetzt wurde. Erst in der Revision der CSM VO 402/2013 wurde der Begriff dann zutreffend als allgemein vertretbares Risiko übersetzt. Grundsätzlich können demnach Risiken, die sich aus Gefährdungen ergeben, als allgemein vertretbar eingestuft werden, wenn das Risiko so gering ist, dass es nicht angemessen ist, zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen einzuführen.

Die ERA hat mit dem Begriff des allgemein vertretbaren Risikos eine Gestaltungsmöglichkeit geschaffen, die im englischen Sprachraum schon als „broadly acceptable risk“ im Rahmen von ALARP definiert war. Dies ist aber im deutschen Sprachraum eher unüblich und bedarf deshalb einer sachgerechten Interpretation, die in diesem Dokument grundlegend skizziert werden soll.

## 2 Vorgaben der CSM VO

Der Begriff wird im Rahmen der Gefährdungsermittlung in der CSM Verordnung eingeführt. Die wesentlichen inhaltlichen Vorgaben der Verordnung sind die Folgenden:

2.2.2. Mit dem Ziel, die Risikobewertung auf die wichtigsten Risiken zu konzentrieren, werden die Gefährdungen nach dem sich aus ihnen ergebenden geschätzten Risiko eingestuft. Auf der Grundlage einer Expertenbewertung müssen Gefährdungen, die mit einem allgemein vertretbaren Risiko verbunden sind, nicht weiter analysiert, sondern lediglich im Gefährdungsprotokoll erfasst werden. Die Einstufung der Gefährdungen ist zu begründen, damit eine unabhängige Bewertung durch eine Bewertungsstelle vorgenommen werden kann.

2.2.3. Aus Gefährdungen resultierende Risiken können beispielsweise dann als allgemein vertretbar eingestuft werden, wenn das Risiko so gering ist, dass die Einführung zusätzlicher Sicherheitsmaßnahmen nicht angemessen wäre. Die Expertenbewertung berücksichtigt, dass der Gesamtumfang aller allgemein vertretbaren Risiken einen bestimmten Anteil am Gesamtrisiko nicht übersteigen darf.

Hierzu gibt es in der CSM Leitlinie der ERA (zur CSM VO 352/2009) weitere Ausführungen bzw. Anhaltspunkte zur Interpretation:

[G 1] Der Vorschlagende ist verantwortlich für die Einschätzung, ob das mit der jeweiligen ermittelten Gefährdung verbundene Risiko weitgehend akzeptabel ist, und für die Gewährleistung, dass die Bewertung von kompetenten Fachleuten vorgenommen wird (siehe Definitionen in [G 2](b) und (c) von Artikel 3).

[G 2] Da in der Phase der Gefährdungsermittlung eine detaillierte quantifizierte Bestimmung des Risikos nicht in jedem Falle zwangsläufig möglich ist, kann in der Praxis ein Sachverständigenurteil in den folgenden Fällen für eine Entscheidung darüber herangezogen werden, ob die betrachtete Gefährdung mit einem weitgehenden akzeptablen Risiko verbunden sein könnte:

(a) entweder wenn die Eintrittshäufigkeit der Gefährdung ungeachtet ihres potenziellen Ausmaßes infolge z. B. physikalischer Ereignisse<sup>(8)</sup> (wie Meteoriteneinschlag auf der Bahnstrecke) für ausreichend gering eingeschätzt wird;

(b) oder/und wenn ungeachtet der Eintrittshäufigkeit das potenzielle Ausmaß der Gefährdungsfolgen für ausreichend gering eingeschätzt wird.

[G 3] Wenn Gefährdungen mit unterschiedlichem Detailgrad ermittelt werden (d. h. Gefährdungen der höheren Ebene einerseits und detaillierte Teilgefährdungen andererseits), sorgt der Vorschlagende für ihre ordnungsgemäße Aufgliederung mindestens in die Kategorien Gefährdungen in Verbindung mit weitgehend akzeptablem Risiko und Gefährdungen in Verbindung mit nicht als weitgehend akzeptabel erachteten Risiken. Hierzu gehören Maßnahmen, mit denen sichergestellt wird, dass die anteilige Wirkung aller mit weitgehend akzeptablen Risiken verbundenen Gefährdungen einen bestimmten Anteil am Gesamtrisiko auf Systemebene nicht übersteigt.

In der Sammlung der Beispiele der ERA finden sich folgende Ausführungen:

[G 1] Beispielsweise kann ein mit einer Gefährdung verbundenes Risiko als weitgehend akzeptabel betrachtet werden:

(a) wenn das Risiko unter einem angegebenen Prozentsatz (z. B. x%) vom maximal tragbaren Risiko für diesen Gefährdungstyp liegt. Der Wert x% kann auf einer Best-Practice und auf Erfahrungen mit mehreren Risikoanalyseansätzen beruhen, z. B. auf dem Klassifikationsverhältnis zwischen weitgehend akzeptablem Risiko und untragbarem Risiko als FN-Kurve oder Risikomatrix. Dies kann entsprechend Abbildung 7 dargestellt werden;

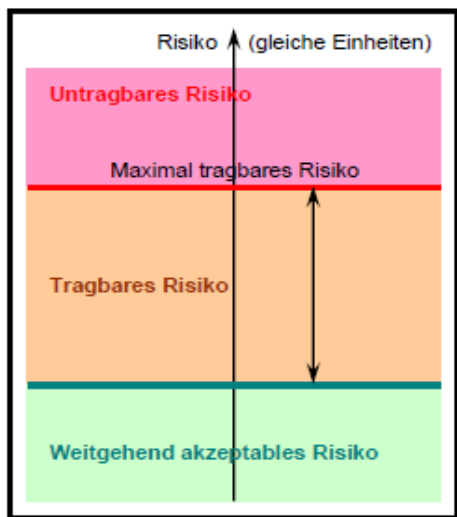
(b) oder wenn der mit dem Risiko verbundene Verlust so gering ist, dass die Implementierung einer sicherheitsbezogenen Gegenmaßnahme nicht vernünftig ist.

[G 2] Wenn darüber hinaus Gefährdungen mit unterschiedlichen Detailgraden ermittelt werden (d. h. Gefährdungen der höheren Ebene einerseits und detaillierte Teilgefährdungen andererseits), müssen Vorkehrungsmaßnahmen getroffen werden, um eine falsche Einordnung in der Rubrik der mit weitgehend akzeptablen Risiken verbundenen Gefährdungen zu vermeiden. Der Beitrag aller mit weitgehend akzeptablen Risiken verbundenen Gefährdungen darf einen bestimmten Anteil (z. B. y%) des auf Systemebene bestehenden Gesamtrisikos nicht übersteigen. Diese Prüfung ist notwendig, um zu verhindern, dass der gedankliche Grundansatz durch ein Aufspalten der Gefährdungen in zu viele kleinteilige Gefährdungen ausgehöhlt wird. Wenn eine einzelne Gefährdung in zu vielen „kleineren“ Teilgefährdungen ausgedrückt wird, kann tatsächlich die einzelne Betrachtung jeder dieser Teilgefährdungen schnell dazu führen, dass eine Verbindung mit weitgehend akzeptablen Risiken ermittelt wird, während eine gemeinsame Beurteilung (d. h. die gemeinsame Betrachtung der Teilgefährdungen als eine Gefährdung höherer Ebene) im Ergebnis dazu führen kann, dass diese Gefährdung mit einem signifikanten Risiko verbunden ist. Der effektive Wert des prozentualen Anteils (z. B. y%) hängt davon ab, welche Risikoakzeptanzkriterien auf der Systemebene gelten. Er kann anhand von Betriebserfahrungen ähnlicher Referenzsysteme ermittelt bzw. geschätzt werden.

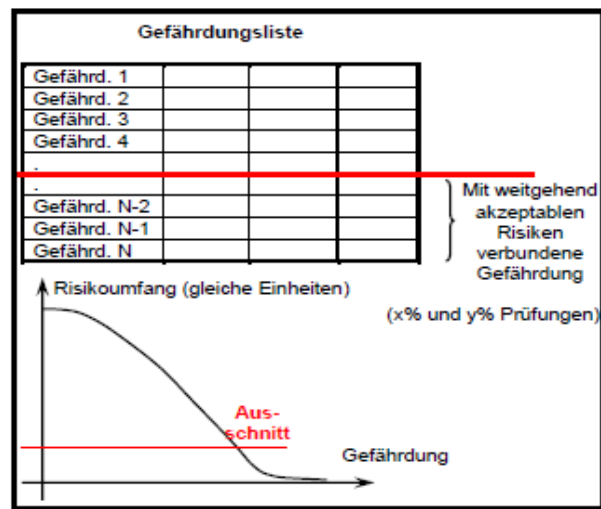
[G 3] Die beiden oben genannten Prüfungen (d. h. gegenüber x % und y %) ermöglichen die Bündelung der Risikobewertung auf die wesentlichsten Gefährdungen und sichern die Kontrolle signifikanter Risiken (siehe Abbildung 8).

Unbeschadet der rechtlichen Anforderungen eines Mitgliedstaates liegt es in der Verantwortung des Vorschlagenden, auf der Grundlage eines Sachverständigenurteils die Werte von x % und y % festzulegen und von der Bewertungsstelle unabhängig bewerten zu lassen. Die Werte können beispielsweise in der Größenordnung x = 1% und y = 10% liegen, wenn dies ausgehend vom Sachverständigenurteil für akzeptabel erachtet wird.

[G 4] Nach Abschnitt 2.2.2 bedarf die Einstufung in „weitgehend akzeptable Risiken“ einer unabhängigen Bewertung durch eine Bewertungsstelle.



**Abbildung 7 : Weitgehend akzeptable Risiken**



**Abbildung 8 : Filterung von Gefährdungen, die mit weitgehend akzeptablen Risiken verbunden sind**

Abbildung 1: Beispiele aus dem Leitfaden der ERA

Dazu werden noch zwei Abbildungen gegeben (siehe Abbildung 1) und es wird auf den Fachartikel Kurz/Milius (2008) verwiesen.

### 3 Anwendungsfälle

Hier sollen die typischen Use Cases illustriert werden, bei denen der Begriff zum Einsatz kommen kann. Dabei muss zuerst die Frage diskutiert werden, ob und wann Hersteller die Rolle des Vorschlagenden übernehmen können. Nach der Definition der CSM VO ist der Hersteller sogar nur dann Vorschlagender, wenn er nach Artikel 18 Absatz 1 der Richtlinie 2008/57/EG bei einer benannten Stelle das EG-Prüfverfahren durchführen lässt oder eine Genehmigung für die Inbetriebnahme von Fahrzeugen beantragt. In der CSM Leitlinie werden zusätzlich noch generische Typzulassungen genannt.

Mit Verweis auf die Prozess-Abbildung in der CSM Leitlinie der ERA ist zu erkennen, dass bei Änderungen der funktionalen Anforderungen das Risikoprofil zu bewerten ist. Dies ist in den meisten Fällen durch den Betreiber zu veranlassen. Wenn der Hersteller neue Funktionen unabhängig vom

Betreiber vorschlägt, besetzt er diese Rolle. In vielen Fällen werden Betreiber und Hersteller die Signifikanzbewertung gemeinsam durchführen.

### **3.1 Gefährdungsermittlung**

Im Rahmen der Gefährdungsermittlung insb. von Anlagenprojekten können Gefährdungen ermittelt werden, die zwar prinzipiell auftreten könnten, aber für die z. B. eine explizite Risikoermittlung sehr aufwändig wäre. Allerdings sagt das Expertenurteil gestützt auf entsprechende Erfahrung, dass das Risiko sehr gering ist, z. B. Auftreten eines Erdbebens in einem nicht erdbebengefährdeten Gebiet.

Für Hersteller könnte dieser Fall nur im Rahmen von generischen Typzulassungen relevant werden, z. B. bei der Einführung einer neuen technischen Funktion. Bei zunehmendem Anteil der Hersteller an Planungsleistungen bzw. bei den spezifischen Applikationsprojekten könnte dieses Thema an Bedeutung zunehmen, allerdings in der Regel dann als Unterauftragnehmer bzw. Akteur eines Betreibers.

### **3.2 Geringfügig erhöhte Risiken**

Ein weiterer Anwendungsfall kann darin bestehen, dass sich z. B. durch technische Änderungen Risiken geringfügig erhöhen. Wenn z. B. eine technische Einrichtung exakt die Sicherheitsanforderung (THR) von  $10^{-x}/h$  erfüllt hat, könnte sich z. B. durch eine HW-Änderung (verringerte MTBF) formal eine THR von  $1.01 \times 10^{-x}/h$  ergeben, d. h. auch das Risiko hätte sich um 1% erhöht. Im Zweifelsfall müssen Kompensationsmaßnahmen durchgeführt werden, um das Risiko an anderer Stelle zu reduzieren.

### **3.3 Nichtbehebung von Produktsicherheitsmängeln**

DIN V VDE V 0831-100 definiert einen risikoorientierten Prozess und beispielhaft Methoden zum Umgang mit Produktsicherheitsmängeln (PSM). In der Regel müssen PSM innerhalb eines zu ermittelnden Behebungszeitraumes beseitigt werden. Es kann aber Ausnahmefälle geben, bei denen möglicherweise ein Ansatz auf Grundlage des allgemein vertretbaren Risikos notwendig werden kann:

1. Die Behebung ist sehr unwirtschaftlich
2. Die Risikoerhöhung ist sehr gering
3. Der Fehler kann nicht gefunden werden

In diesem Fall kann das Konzept inhaltlich zwar hilfreich sein, fällt aber nicht in den Anwendungsbereich der CSM Verordnung und wird daher in diesem Ergebnisbericht nicht weiter behandelt.

## **4 Diskussion**

### **4.1 Wirtschaftliche Interpretation**

In einer wirtschaftlichen Interpretation, wie sie nach der CSM Verordnung naheliegt (wirtschaftlich „angemessen“), müsste ein monetärer Grenzwert festgelegt werden, für den man sich nicht vorstellen kann, zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen durchzuführen, und ähnlich wie bei ALARP-Betrachtungen der Nutzen von Sicherheitsmaßnahmen festgelegt werden (etwa „willingness to pay“ oder „value of prevented fatality“). Solche Festlegungen sollen zukünftig von der ERA getroffen werden. Im Rahmen der CSM Verordnung ist allerdings im Rahmen der Gefährdungseinstufung eine umfangreiche ALARP-Betrachtung aufgrund des Aufwands nicht sinnvoll.

Zumindest in Deutschland scheint eine wirtschaftliche Interpretation nur als kompetentes Sachverständigenurteil denkbar, insbesondere da die CSM Verordnung auch keine quantitative Betrachtung fordert.

#### 4.2 Technische Interpretation

Schon in der Leitlinie bzw. den Beispielen der ERA wird eine rein technische Interpretation in Form von geringfügigen prozentualen Anteilen am Gesamtrisiko vorgeschlagen. Diese Interpretation wird aber nicht direkt durch den Text der Verordnung selber gedeckt, so dass auch hier noch die Wirtschaftlichkeit bzw. der Aufwand zur Realisierung der risikoreduzierenden Maßnahme eingehen sollte.

Hierzu wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

1. Bewertung des Risikobeitrags zum Gesamtrisiko. Voraussetzung für Einstufung als allgemein vertretbares Risiko: Risikobeitrag deutlich kleiner als Gesamtrisiko ( $< 0,1$ ).
2. Falls Voraussetzung erfüllt: Bewertung
  - a) des Aufwands im Verhältnis zu den Gesamtkosten der Sicherungseinrichtungen, die für die Beherrschung des Gesamtrisikos erforderlich sind, oder
  - b) einer möglichen Reduktion der Leistungsfähigkeit oder Verfügbarkeit des betroffenen Systems
3. In Bewertungsmatrix ermitteln, ob zusätzliche Sicherheitsmaßnahme erforderlich
4. Prüfung, ob das „Gesamtbudget“ für AVR (10% des Gesamtrisikos) schon überschritten wurde

	Reduktion der Leistungsfähigkeit oder Verfügbarkeit $> 30\%$ , oder Aufwand $> 30\%$ der Gesamtkosten	Reduktion der Leistungsfähigkeit oder Verfügbarkeit $> 10\%$ , oder Aufwand $> 10\%$ der Gesamtkosten	Reduktion der Leistungsfähigkeit oder Verfügbarkeit $> 3\%$ , oder Aufwand $> 3\%$ der Gesamtkosten	Sonst
Risikobeitrag $< 10\%$ vom Gesamtrisiko	AVR			
Risikobeitrag $< 3\%$ vom Gesamtrisiko	AVR	AVR		
Risikobeitrag $< 1\%$ vom Gesamtrisiko	AVR	AVR	AVR	

Tabelle 1: Vorschlag einer Bewertungsmatrix

Begründung:

1. Bei den Beispielen der ERA werden 10% als Obergrenze für alle AVR-Beiträge zum Gesamtrisiko vorgeschlagen.
2. Es erscheint sinnvoll, den Kategorien für die Risikoanteile, die ähnlich den Risikokategorien für semiquantitative Risikoanalysemethoden gewählt wurden, dieselben Kategorien bez. der Mehrkosten für zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen gegenüberzustellen.
3. Wenn das Verhältnis des Risikobeitrags zu den Mehrkosten für die Sicherheitsmaßnahmen in einem Missverhältnis steht, ist der Risikobeitrag AVR. Gleiches gilt für die Reduktion der Leistungsfähigkeit oder Verfügbarkeit. Bei ALARP wird ein Verhältnis in der Größenordnung 1:3 oder kleiner als unverhältnismäßig angesehen.
4. Letztendlich muss noch nach CSM VO das Gesamtverhältnis aller AVR-Beiträge zum Gesamtrisiko beurteilt werden.

Es sei noch angemerkt, dass es sich bei den Prozentgrößen in Tabelle 1 um Anhaltspunkte handelt, an denen sich die Experteneinschätzung orientieren kann. In der Regel werden diese Werte nicht quantitativ nachgewiesen.

## 5 Beispiele

### 5.1 Einführung einer technischen Gefahrenraumfreimeldung

Eine Gefahrenraum-Freimeldeanlage (GFR) ist eine technische Anlage, die an Bahnübergängen den Raum des Kreuzungsbereichs von Schiene und Straße überwacht. Technisch wird dies teils über Induktionsschleifen, über Infrarot-Lichtschranken oder Radar-Systeme realisiert. Durch die GFR wird ermöglicht, auf die für Bahnübergänge mit Schranken (ausgenommen Anrufschranken) bzw. Bahnübergänge mit Lichtzeichen und Schranken geforderte mittelbare oder unmittelbare Einsehbarkeit zu verzichten. Die GFR soll feststellen, ob sich noch ein Hindernis im Bereich zwischen den Schranken beidseitig der Gleisanlage (Gefahrenraum) befindet. Im Falle des Vorhandenseins eines Hindernisses wird eine Meldung an das betreffende Stellwerk gegeben und das Stellwerk verhindert, dass das den Bahnübergang schützende Signal einen Fahrtbegriff zeigen kann. In einzelnen Fällen wird auch bereits das Schließen der Schranken verhindert.

Bei den meisten BÜSA-GFR-Anlagen wird die Hinderniserkennung, Lastenheft gestützt, auf das Erkennen von großen Objekten, meist Fahrzeuge bis hin zu Krankenfahrstühlen, begrenzt. Personenerkennung wird explizit oder implizit ausgeschlossen. Die Begrenzung wird durch zwei Aussagen begründet:

1. Im Falle der Sicherung einer BÜSA (Lichtzeichen, Halb- oder Vollschranken, BÜ-Akustik) können Personen den Gefahrenbereich ungehindert räumen (Gefahrenabwendung möglich, bei vollem Schrankenabschluss müssen Drehkreuze eingerichtet sein). Damit sind die Personen im BÜSA-Gefahrenbereich mit GFR-Sicherung dem gleichen Risiko ausgesetzt, dem Personen bei allen anderen BÜSA ohne GFR-Sicherung ausgesetzt sind, welches gesellschaftlich als akzeptiert angesehen werden kann.
2. Würde bei BÜSA-GFR-Anlagen Personenerkennung eingeschlossen, würde es zu voraussehbaren Störungen des Bahnbetriebs kommen (BÜSA würde Schließen der Schranken verhindern, wenn Personen „nur noch schnell einmal“ den Gefahrenbereich queren wollen, schützende Signale würden in "Halt" verbleiben, wahrscheinliches Szenario für BÜSA in innerstädtischen Bereichen).

Die Bewertung auf Grundlage der CSM VO sieht dann wie folgt aus:

1. Änderung: Einführung einer technischen Gefahrenraumfreimeldung (als neue technische Funktion) als Ersatz der BÜ-Beobachtung
2. Vorschlagender: Herstellerfirma (generisches Produkt)
3. Annahme: es gibt kein Lastenheft für diese Funktion
4. Signifikanz: BÜ ist SIL 3, innovativ und komplex (mindestens 6 Punkte AUM)
5. Systemdefinition: (Informativ s. o., wird hier nicht explizit dargestellt)
6. Gefährdungsidentifikation: Nichterkennung eines Hindernisses im Gefahrenraum, darunter a) Fahrzeuge, große Hindernisse, auch große Tiere und Herden b) Personen, kleine Hindernisse, kleine Tiere
7. Gefährdungseinstufung: b) allgemein vertretbar



8. Vorgehensweise: kompetentes Sachverständigenurteil
9. Begründung: 2.2.3 CSM VO in Verbindung mit [G2] der Leitlinie: Die Häufigkeit des Einschusses von Personen wird als gering eingeschätzt und die Unfallhäufigkeit wird weiter dadurch reduziert, dass eingeschlossene Personen den Gefahrenraum verlassen können (dies muss jedoch ermöglicht werden). Dies wird u. a. durch die Betriebserfahrung bei Halbschrankenanlagen bestätigt. D. h. das mit Gefährdung b) verbundene Risiko ist sehr gering. Die Einführung einer zusätzlichen Sicherheitsmaßnahme (Personenerkennung) ist auch deshalb nicht angemessen, weil die betrieblichen Einschränkungen durch kontinuierliche Störungen erheblich wären (Verhinderung des Schrankenschließens bzw. der Fahrtstellung schützender Signale durch unbefugtes Überqueren). Bezüglich einer Gefährdung des Zuges gilt: Gemäß Szenario a) werden Fahrzeuge, große Gegenstände, auch große Tiere oder Herden durch die Gefahrenraumfreimeldung erkannt, bei kleinen Gegenständen oder Tieren (Szenario b) ist das Risiko allgemein vertretbar wegen des geringen Schadensausmaßes.

### 5.2 Kontinuierliche Geschwindigkeitsüberwachung bei PZB

Die PZB ist ein punktförmiges Zugbeeinflussungssystem. Es überwacht die Einhaltung der Fahrerlaubnis einerseits und Einhaltung der Sollgeschwindigkeit in Bereichen mit erheblichen Absenkungen der Sollgeschwindigkeit andererseits. In der Natur der punktförmigen Zugbeeinflussung liegt, dass keine vollständigen Sollgeschwindigkeitsprofile überwacht werden können. Z.B. wird die Einhaltung der streckenbezogenen Höchstgeschwindigkeit nicht überwacht, solange keine erheblichen Geschwindigkeitsabsenkungen vorliegen. Dies betrifft die freie Strecke (Fall a), aber z.B. auch die Einfahrt in einen Kopfbahnhof mit niedriger Geschwindigkeit (Fall b). Dennoch ist die PZB als hinreichendes Zugbeeinflussungssystem auf Strecken bis 160 km/h in Deutschland akzeptiert.

Folgende Risiken sind u. a. zu betrachten:

- Fall a: Entgleisung, wenn auf freier Strecke die Streckengeschwindigkeit wesentlich überschritten wird und Gleisbögen zu befahren sind.
- Fall b: Auffahren mit erheblicher Geschwindigkeit auf den Gleisabschluss, wenn die Geschwindigkeit bei Einfahrt in den Kopfbahnhof überschritten wird und keine rechtzeitige Bremsung eingeleitet wird.

Die Bewertung auf Grundlage der CSM VO sieht dann wie folgt aus:

1. Änderung: Einführung der PZB in einem EU-Land ohne Zugbeeinflussungstechnik auf einer nicht-TSI-pflichtigen Strecke

Als Alternative könnte man sich auch die Aufforderung zur Überprüfung der PZB nach den Vorgaben der CSM-VO durch die Zulassungsbehörde vorstellen (Zweifel am Bestandsschutz). Eine weitere Alternative könnte eine Änderung der Überwachungsfunktionalität darstellen, die dazu führt, dass sich die oben aufgeführte Frage nach dem Bestandsschutz stellt, die mit einer Bewertung nach CSM-VO untermauert werden soll.

2. Vorschlagender: Herstellerfirma (generisches Produkt), Bewertung im Auftrag des Betreibers
3. Annahme: es gibt kein Lastenheft des Betreibers
4. Signifikanz: Die Kombination aus Triebfahrzeugführer und PZB muss die höchsten Sicherheitsanforderungen erfüllen, Fehler können sich direkt katastrophal auswirken

- ken. Die Änderung ist im Bereich des Betreibers innovativ und komplex (7 Punkte AUM), d. h. signifikante Änderung
5. Systemdefinition: (Informativ s. o., wird hier nicht explizit dargestellt)
  6. Gefährdungsidentifikation: Siehe a und b oben
  7. Gefährdungseinstufung: a und b allgemein vertretbar
  8. Vorgehensweise: kompetentes Sachverständigenurteil
  9. Begründung: Aufgrund der Qualifikation der Triebfahrzeugführer werden Geschwindigkeitsvorgaben aus dem Buchfahrplan mit hoher Zuverlässigkeit eingehalten. In Bereichen mit konstanter Streckengeschwindigkeit ist der Abstand zur Entgleisungsgeschwindigkeit relativ hoch, so dass nur größere Geschwindigkeitsüberschreitungen zur Entgleisung führen können. Die kritischen Geschwindigkeitsabsenkungen sind bereits durch punktförmige Geschwindigkeitsprüfabschnitte abgesichert. Der Risikobeitrag dieser Gefährdungen zum durch die PZB abgedeckten Gesamtrisiko ist deshalb klein, der Zugewinn an Sicherheit durch eine kontinuierliche Geschwindigkeitsüberwachung wäre gering. Die Einstufung als allgemein vertretbar Risiko für PZB-gesicherte Strecken ist gerechtfertigt, da hoher technischer Aufwand einem geringen Risikobeitrag im Verhältnis zum Gesamtrisiko gegenübersteht, sodass die beschriebenen Gefährdungsszenarien nur relevant werden, wenn der Triebfahrzeugführer die Geschwindigkeit vorzeitig erhöht. Dies ist insbesondere bei Einfahrten in Kopfbahnhöfe unwahrscheinlich, da hierbei gleichzeitig immer ein Halt zu erwarten ist (und signalisiert wird) und der Triebfahrzeugführer daher keinen Anlass zu einer Erhöhung der Geschwindigkeit hat.

Im Vergleich dazu dürfte auf Strecken mit kontinuierlicher Zugsicherung keine Einstufung als allgemein vertretbares Risiko erfolgen, da risikovermindernde Maßnahmen für die oben aufgeführten Gefährdungen in solchen Systemen mit geringem Aufwand realisiert werden können.

## **6 Zusammenfassung**

In diesem Bericht wird eine neue pragmatische Vorgehensweise für die Unterstützung der Experteneinschätzung bei „allgemein vertretbaren Risiken“ vorgestellt und anhand ausgewählter Beispiele erläutert.

In diese Vorgehensweise sind sowohl die Ausführungen in den Leitlinien der ERA als auch vorhandene Erfahrungen mit Risikobewertungen eingegangen.

Tabelle 2 zeigt sowohl die vorgeschlagene Bewertungsmatrix als auch die Bewertung der Beispiele.

	Reduktion der Leistungsfähigkeit oder Verfügbarkeit > 30%, oder Aufwand > 30% der Gesamtkosten	Reduktion der Leistungsfähigkeit oder Verfügbarkeit > 10%, oder Aufwand > 10% der Gesamtkosten	Reduktion der Leistungsfähigkeit oder Verfügbarkeit > 3%, oder Aufwand > 3% der Gesamtkosten	Sonst
Risikobeitrag <10% vom Gesamtrisiko	PZB			LZB/ETCS
Risikobeitrag < 3% vom Gesamtrisiko				
Risikobeitrag < 1% vom Gesamtrisiko		GFR		

Tabelle 2: Zusammenfassung der Ergebnisse

## 7 Anhang

### 7.1 Vergleich mit „broadly acceptable risk“ nach ALARP

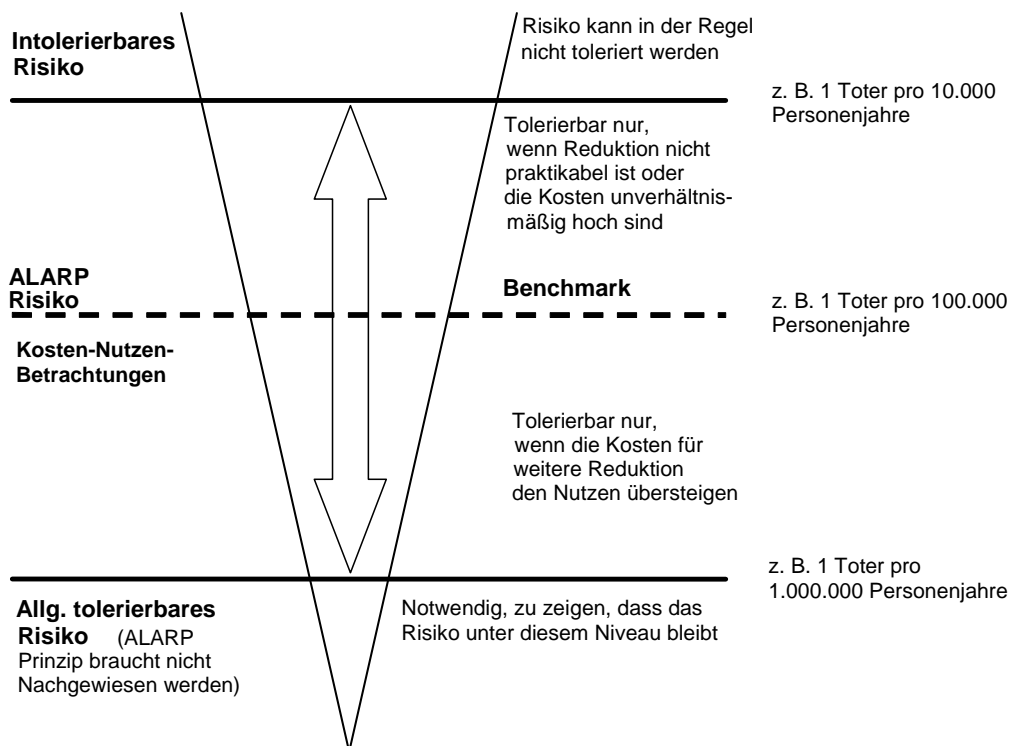


Abbildung 2: ALARP-Dreieck

ALARP bedeutet im Kern eine monetäre Kosten-Nutzen-Analyse von Sicherheitstechnik, wobei der Nutzen in der Regel in Form von potenziell verhinderten Unfallopfern gemessen wird. Eine Ausnahme wird davon nur zugelassen, wenn das Risiko sehr weit unter dem vorgegebenen Sicherheitsziel (Benchmark) liegt, siehe Abbildung 2. Dieses Risiko wird als „allgemein tolerierbar (broadly acceptable)“ bezeichnet und kommt in der Praxis allerdings nur selten vor. Um den Nutzen mit den Inves-

tionskosten zu vergleichen, werden in der Regel alle Unfallfolgen in monetäre Einheiten umgerechnet, d. h. auch einem Menschenleben wird ein Geldbetrag zugeordnet.

In vielen ALARP-Anwendungen umfasst die sog. ALARP-Zone zwei Größenordnungen, d. h. das Verhältnis vom Grenzkrisiko (Grenze zum intolerierbaren Risiko) zum „broadly acceptable risk“ (Grenze zum ALARP-Risiko) beträgt einen Faktor 100 oder, anders herum ausgedrückt: das „broadly acceptable risk“ beträgt 1% des Grenzkrisikos.

## 7.2 Anwendung in DIN V VDE V 0831-100

In DIN V VDE V 0831-100 wird der Begriff unter dem Namen „allgemein akzeptabel“ verwendet, aber nur für eine besondere Klasse von Risiken, nämlich die Klasse mit dem höchsten Schadenspotenzial:

Der Begriff kann in direkten Zusammenhang mit dem Risikoakzeptanzkriterium MGS gebracht werden: Ist das Risiko bzw. die Risikoerhöhung so gering, dass sich mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Änderung bez. der Risikoakzeptanz nach MGS ergibt, so kann das Risiko als allgemein akzeptabel eingeschätzt werden.

Im Vergleich mit Kapitel 5.2 kann man davon ausgehen, dass ein Risiko allgemein akzeptabel ist, wenn es im Vergleich zu einem tolerierten Risiko nur einen kleinen Bruchteil davon ausmacht. Diese Interpretation ist in Einklang mit anderen Vorschlägen aus der Fachwelt (z. B. ALARP-Kriterium): Eine Gefährdung darf als allgemein akzeptabel angesehen werden, wenn das mit ihr verbundene Risiko mindestens zwei Größenordnungen geringer ist als das maximal tolerierbare Risiko.

Als allgemein akzeptables Risiko wird danach ein Wert von  $1 \times 10^{-11}$  gefährlicher Ereignisse je Element und Betriebsstunde in einem technischen System angesehen, denn

1. er ist 2 Größenordnungen kleiner als tolerierte Risiken pro Element in heutiger Technik (z. B. Schnittstelle für eine Weiche (ohne Weiche selbst) liegt heute bei  $1,6 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$ )
2. es müssen also für ein Element 100 Fehler auftreten, um in die Größenordnung der stochastisch akzeptierten Fehler zu kommen.
3. Der in ERA CSM festgelegte Risikoakzeptanz-Wert liegt bei  $1 \times 10^{-9} \text{ h}^{-1}$  pro Funktion.

## 7.3 Referenzen

EN 50 126	DIN EN 50 126: Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS). 2000 - 03
CSM VO	VERORDNUNG (EG) Nr. 352/2009 DER KOMMISSION vom 24. April 2009 über die Festlegung einer gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Richtlinie 2004/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, Amtsblatt der Europäischen Union, L 108/4, 29.4.2009
CSM GUI	ERA: Leitlinie zur Anwendung der Verordnung der Kommission über die Festlegung einer Gemeinsamen Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken gemäß Artikel 6 Absatz 3 Buchstabe a der Eisenbahnsicherheitsrichtlinie, ERA/GUI/01-2008/SAF
CSM EX	ERA: Sammlung von Beispielen für Risikobewertungen und möglicher Werkzeuge zur Unterstützung der CSM-Verordnung, ERA/GUI/02-2008/SAF
DIN	Risikoorientierte Beurteilung von potenziellen Sicherheitsmängeln und risikoreduzierenden Maßnahmen, DIN V VDE V 0831-100: 2009
Kurz/Milius	Die Gefährdungseinstufung im ERA-Risikomanagementprozess“, Signal + Draht (100) 9/2008
Revision CSM VO	DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) Nr. 402/2013 DER KOMMISSION vom 30. April 2013 über die gemeinsame Sicherheitsmethode für die Evaluierung

#### 7.4 Abkürzungen

**Abk. Langform / Erläuterung**

AVR	Allgemein Vertretbares Risiko
CSM	Common Safety Method
ETCS	European Train Control System
GFR	Gefahrenraumfreimeldung
LST	Leit- und Sicherungstechnik
LZB	Linienförmige Zugbeeinflussung
MGS	Mindestens Gleiche Sicherheit
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
SIL	Safety Integrity Level