

**OTIF**



**ORGANISATION INTERGOUVERNEMENTALE POUR  
LES TRANSPORTS INTERNATIONAUX FERROVIAIRES**

**ZWISCHENSTAATLICHE ORGANISATION FÜR DEN  
INTERNATIONALEN EISENBAHNVERKEHR**

**INTERGOVERNMENTAL ORGANISATION FOR INTER-  
NATIONAL CARRIAGE BY RAIL**

**INF.8**

19. Januar 2006

Original: Englisch

**RID/ADR**

Gemeinsame Tagung des RID-Sicherheitsausschusses und der  
Arbeitsgruppe für die Beförderung gefährlicher Güter  
(Bern, 20. bis 23. März 2006)

**Allgemeiner Leitfaden für die Berechnung von Risiken durch die Eisenbahnbeförderung  
gefährlicher Güter**

**übermittelt durch das Sekretariat der OTIF**

In Kapitel 1.9 RID (Beförderungseinschränkungen durch die zuständigen Behörden) wird unter  
Abschnitt 1.9.3 festgelegt, dass die Anwendung der ergänzenden Vorschriften nach Abschnitt  
1.9.2 a) und b) voraussetzt, dass die zuständige Behörde die Notwendigkeit der Maßnahmen  
nachweist.

Zu diesem Zweck hatte der RID-Fachausschuss eine Arbeitsgruppe "Standardisierte  
Risikoanalysen" eingesetzt, die einen Leitfaden für die Berechnung von Risiken durch die Eisen-  
bahnbeförderung gefährlicher Güter erarbeiten sollte. Dieser Leitfaden wurde von der 42. Tagung  
des RID-Fachausschusses (Madrid, 21. bis 25. November 2005) angenommen.

Das Sekretariat der OTIF wurde gebeten, diesen Leitfaden auch der Gemeinsamen Tagung und  
der WP.15 zu vorzulegen, damit dort der Aspekt der Multimodalität geprüft wird. Nachstehend sind  
die entsprechenden Absätze des Berichts dieser Tagung (Dokument A 81-03/501.2006) und der  
Leitfaden wiedergegeben. Die Gemeinsame Tagung wird um Kenntnisnahme gebeten.

Aus Kostengründen wurde dieses Dokument nur in begrenzter Auflage gedruckt. Die Delegierten werden daher gebeten, die ihnen zugesandten  
Exemplare zu den Sitzungen mitzubringen. Das Zentralamt verfügt nur über eine sehr geringe Reserve.

## **TOP 7: ARBEITSGRUPPE "STANDARDISIERTE RISIKOANALYSEN"**

Dokument: OCTI/RID/CE/42/7a) (Sekretariat)

88. Der Vorsitzende der Arbeitsgruppe, Herr G. Hundhausen (Deutschland), informiert über die von der Arbeitsgruppe "Standardisierte Risikoanalysen" erzielten Fortschritte. Die Arbeitsgruppe habe einen Leitfaden für die Berechnung von Risiken durch die Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter erarbeitet, der eine Transparenz der Entscheidungen auf der Grundlage von Risikoanalysen sicherstellen soll und der den derzeitigen Stand der Technik wiedergibt (siehe Dokument OCTI/RID/CE/42/7a)). In einem nächsten Schritt sei geplant, die in der Schweiz und in den Niederlanden geübte Praxis näher zu betrachten.

Dokument: OCTI/RID/CE/42/7b) (Sekretariat)

89. Das Dokument OCTI/RID/CE/42/7b), in dem Änderungsvorschläge Frankreichs und der Niederlande zum Dokument OCTI/RID/CE/42/7a) wiedergegeben sind, wurde zu Beginn der Tagung einer kleinen parallel tagenden Ad-hoc-Arbeitsgruppe mit Experten Deutschlands, Frankreichs, der Niederlande und Spaniens zur Vorprüfung anvertraut. Die von der Ad-hoc-Arbeitsgruppe überarbeitete Fassung des Dokuments OCTI/RID/CE/42/7a) (siehe Anlage 2) wird vom RID-Fachausschuss ohne Diskussion angenommen.
90. Der RID-Fachausschuss beschließt, diese überarbeitete Fassung des Leitfadens auf der Homepage der OTIF zu hinterlegen und in einer Fußnote zu Abschnitt 1.9.3 auf die Homepage zu verweisen (siehe Anlage 1). Das Sekretariat wird gebeten, den Leitfaden auch der Gemeinsamen Tagung und der WP.15 vorzulegen, damit dort der Aspekt der Multimodalität geprüft wird. Der Vorsitzende dankt dem Vorsitzenden der Arbeitsgruppe und der Arbeitsgruppe für die bisher geleistete Arbeit.

Informelles Dokument: INF.7a) (Frankreich)

91. Für die Fortsetzung der Arbeit schlägt der Vertreter Frankreichs in seinem informellen Dokument INF.7a) ein Forschungsvorhaben vor, das von den Mitgliedstaaten, der Eisenbahn-Industrie und der Europäischen Kommission gemeinschaftlich finanziert werden soll. In diesem Forschungsvorhaben sollen vergleichende Untersuchungen der in den verschiedenen Staaten zur Anwendung kommenden Risikobewertungsmodelle durchgeführt werden, um die derzeitige Praxis aufzuzeigen, eine Harmonisierung der Praxis vorzuschlagen und gemeinsame Mindestanforderungen für die gegenseitige Anerkennung von Transiteinschränkungen festzulegen.
92. Der Vorsitzende erinnert daran, dass die Finanzierung eines derartigen Forschungsvorhabens bereits in der Vergangenheit diskutiert worden sei. Während seitens der Europäischen Kommission eine grundsätzliche Bereitschaft zur Mitfinanzierung in Aussicht gestellt worden sei, sei eine Gegenfinanzierung durch Beiträge der Staaten oder Verbände nicht erfolgreich gewesen.
93. Es wird vereinbart, dass die Arbeitsgruppe zunächst das Angebot der Schweiz und eventuell der Niederlande annimmt, die praktische Durchführung einer Risikoanalyse in diesen Ländern näher zu betrachten. Die Auswertung dieser Betrachtung soll dem RID-Fachausschuss übermittelt werden. Gleichzeitig soll sich die Arbeitsgruppe mit dem Vorschlag Frankreichs zur Durchführung eines Forschungsvorhabens befassen und evaluieren, ob seitens der Staaten und Verbände Mittel zur Verfügung gestellt werden können. Zu den Arbeiten der Arbeitsgruppe sollte ein Vertreter der ERA eingeladen werden, um parallele Arbeiten und Widersprüche auszuschließen.

---

**Bericht (Entwurf) über die 42. Tagung des Fachausschusses für die Beförderung gefährlicher Güter**  
(Madrid, 21. bis 25. November 2005)

**Addendum 2:            Allgemeiner Leitfaden für die Berechnung von Risiken durch die Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter**

**Eine Einführung in die Grundlagen der Risikobeurteilung für Kapitel 1.9 RID**

---

<b>Inhalt</b>		
<b>1.</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>Hintergrund .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2</b>	<b>Ziele und Anwendungsbereich des Leitfadens .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Grundlegende Definitionen und Anforderungen .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Definition von Fachbegriffen .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2</b>	<b>Grundlegende Anforderungen .....</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>Risikoanalyse .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Szenariendefinition .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3</b>	<b>Statistische Daten .....</b>	<b>15</b>
<b>3.4</b>	<b>Modellierung von Unfallfolgen .....</b>	<b>16</b>
<b>3.5</b>	<b>Risikoeinschätzung .....</b>	<b>17</b>
<b>4.</b>	<b>Risikobewertung .....</b>	<b>19</b>
<b>5.</b>	<b>Risikomanagement .....</b>	<b>20</b>

## **Anhang A**

## **1. Einführung**

### **1.1 Hintergrund**

Alle Arten der Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter unterliegen den Regelungen des RID. Das Ziel dieser Regelungen ist es, eine sicherer Beförderung zu gewährleisten und das Risiko von Unfällen, die mit einer Gefahr für den Menschen oder die Umwelt verbunden sind, durch die Anwendung allgemeiner technischer und organisatorischer Vorschriften für die Verpackung, Beförderung und den Umgang mit Gefahrgut zu minimieren.

Neben diesen Sicherheitsregelungen können die zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten in ihrem Hoheitsgebiet bestimmte zusätzliche Vorschriften im Falle spezieller Risiken an bestimmten Orten anwenden. Die entsprechende Regelung hierzu ist in Kapitel 1.9 "Beförderungseinschränkungen durch die zuständigen Behörden" enthalten. In den letzten Jahren wuchsen in einigen COTIF-Mitgliedstaaten Bedenken im Hinblick auf Maßnahmen aufgrund nationaler Regelungen zur Beschränkung bestimmter Eisenbahnbeförderungen, die auch die grenzüberschreitende Beförderung umfassen.

Als Folge wurden im RID-Fachausschuss Diskussionen über die Zuständigkeit nationaler Behörden für die Festlegung bestimmter Einschränkungen bei der Beförderung gefährlicher Güter geführt. Der RID-Fachausschuss sah die Notwendigkeit, die Regelungen zu überarbeiten und sich mit der Frage zu beschäftigen, wann und wie zusätzliche Vorschriften zur Anwendung gebracht werden dürfen. Kapitel 1.9 wurde daher vor kurzem erweitert, um im RID 2005 detailliertere Informationen über die Anwendungsbereiche und entsprechende Anforderungen zu geben (vollständiger Text in Anhang A).

Für die folgenden Vorschriften (ausführlicher in Abschnitt 1.9.2)

- (a) zusätzliche Sicherheitsanforderungen oder Einschränkungen für Brücken, Tunnel, Häfen etc.,
- (b) Vorschriften für Gebiete mit besonderen und örtlichen Risiken (z. B. Wohngebiete)

enthält Abschnitt 1.9.3 eine zusätzliche Anforderung. In diesen Fällen muss die zuständige Behörde die Notwendigkeit von Maßnahmen nachweisen. Es gibt jedoch keine weiteren Angaben dazu, wie der Nachweis der Notwendigkeit zu führen ist, da es zu diesem Zwecke keinen international vereinbarten Standard zur Risikobeurteilung gibt (Definition risikobezogener Begriffe in Abschnitt 2.1). Da es selbstverständlich wünschenswert ist, einen bestimmten Mindeststandard sicherzustellen, hat der RID-Fachausschuss im Jahr 2004 eine Arbeitsgruppe zur Standardisierung der Risikoanalyse für Kapitel 1.9 RID gegründet. Dieser Leitfaden ist ein Ergebnis dieser Arbeitsgruppe.

### **1.2 Ziele und Anwendungsbereich des Leitfadens**

Das Ziel dieses Leitfadens ist es, einen einheitlicheren Ansatz für die Risikobeurteilung der (Eisenbahn-) Beförderung gefährlicher Güter in den COTIF-Mitgliedstaaten zu finden und somit einzelne Risikobeurteilungen vergleichbar zu machen. Der Leitfaden soll eine Referenz für die Risikobeurteilung in Situationen sein, in denen das mit der Beförderung von gefährlichen Gütern verbundene Risiko relevant ist. Er wurde auf der Grundlage bestehender internationaler Standards, die bereits einige Aspekte der Risikobeurteilung für die Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter abdecken (z. B. Richtlinie 2004/49/EG über die Eisenbahnsicherheit [6] und die RAMS-Norm EN

50126 [7]), und entsprechend bewährter Verfahren in den COTIF-Mitgliedstaaten erstellt, die bereits zu diesem Zweck Methoden zur Risikobeurteilung anwenden.

Aufgrund der RID-Regelungen ist allgemein ein hoher Grad an inhärenter Sicherheit erreicht worden. Das RID kann jedoch keine absolute Sicherheit gewährleisten. Es bleibt immer ein gewisses Risikoniveau, und daher haben einige europäische Staaten bereits eigene Beurteilungsmodelle zur Risikoberechnung zusammen mit ihren eigenen Kriterien für die Risikoakzeptanz eingeführt. Diese Methoden und Kriterien sind üblicherweise von den nationalen Umsetzungen der Richtlinie 96/82/EG des Rates zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen (Seveso-II-Richtlinie, [3]) abgeleitet worden, in der einige Bereiche, wie die Beförderung gefährlicher Güter und die Zwischenlagerung außerhalb von Einrichtungen ausgenommen sind. Beispiele für ergänzende nationale Regelungen und Standardmethoden für die Beurteilung und Kontrolle des mit der Beförderung von gefährlichen Gütern verbundenen Risikos gibt es in den Niederlanden [12, 13] und in der Schweiz [1, 2].

Mit der Richtlinie 2004/49/EG über die Eisenbahnsicherheit wird in den nächsten Jahren die Entwicklung gemeinsamer Sicherheitsziele (CST), gemeinsamer Sicherheitsverfahren (CSM) und gemeinsamer Sicherheitsindikatoren (CSI) durch die Europäische Kommission erfolgen, was zu detaillierteren Regelungen zur Risikobeurteilung im Eisenbahnbereich führen wird und was möglicherweise Teile dieses Leitfadens ersetzen wird. Zurzeit gibt es jedoch keine harmonisierte Anleitung zur Risikobeurteilung für den Eisenbahnbetrieb oder für die Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter im Besonderen.

Ziel dieses Leitfadens ist es daher nicht, neue Modelle zur Risikoberechnung oder neue Kriterien für vertretbare Risiken (siehe Definition in Abschnitt 2.1) vorzuschreiben oder zu definieren. Absicht dieses Leitfadens ist es, einen unabhängigen Rahmen für die Analyse und Bewertung von Risiken und für die Beurteilung entsprechender Sicherheitsmaßnahmen im Sinne von Kapitel 1.9 RID zu schaffen. Es sollen Mindestanforderungen definiert und grundlegende Ansätze empfohlen werden, um eine Risikobeurteilung zu gewährleisten, die geeignet ist, die Notwendigkeit von speziellen Maßnahmen, wie in Abschnitt 1.9.3 RID gefordert, nachzuweisen. Die Erfüllung einiger Mindestanforderungen an die Qualität ist für die Akzeptanz einer Risikobeurteilung durch alle nationalen Interessenvertreter und andere COTIF-Mitgliedstaaten, die über beabsichtigte Vorschriften durch das Sekretariat der OTIF informiert werden, unerlässlich (Abschnitt 1.9.4 RID).

Der Leitfaden konzentriert sich auf Aspekte, die in einer Risikoanalyse berücksichtigt werden sollten, auf Mindestinhalte und auf Qualitätsanforderungen in Bezug auf Kapitel 1.9 RID. Eine detaillierte Anleitung zu Methoden zur Risikobeurteilung liegt außerhalb des Rahmens dieses Dokuments. Für den Fall größerer Änderungen in internationalen Regelungen und bei bedeutendem Fortschritt des Standes der Wissenschaft und Technik ist eine Neufassung des Leitfadens möglich.

## **2. Grundlegende Definitionen und Anforderungen**

### **2.1 Definition von Fachbegriffen**

Für die Behandlung von Risiken ist es zunächst erforderlich, einige Fachbegriffe zu definieren, um ein allgemeines Verständnis dieses Leitfadens zu gewährleisten. Der Gebrauch von Begriffen in diesem Leitfaden basiert auf ISO/IEC Guide 73 "Terminologie – Leitfaden für die Anwendung in Normen" [4] und ISO/IEC Guide 51 "Sicherheitsaspekte – Richtlinien für ihre Aufnahme in Normen" [5], die für sicherheitsbezogene Normen anzuwenden sind. Ein Risiko kann grundsätzlich unterschiedliche Formen annehmen, z. B. politisch, finanziell, technisch oder medizinisch, entweder positiv oder negativ. Im Sinne dieses Leitfadens ist der Begriff Risiko allein eine Frage der Trans-

portsicherheit. Es werden daher die eher sicherheitsspezifischen Definitionen für risikobezogene Begriffe in ISO/IEC Guide 51 bevorzugt. ISO/IEC Guide 73 wird angewandt, um die Liste mit Definitionen für das Risikomanagement zu ergänzen. In Klammern sind Kommentare zu den ursprünglichen Definitionen aus Guide 51 und 73 angegeben.

**Risiko:** Kombination der Wahrscheinlichkeit (zwischen 0 und 1) eines Schadenseintrittes und des Schadensausmaßes ("Kombination" bedeutet üblicherweise "Produkt", während zusätzliche Faktoren wie die **Risikoaversion** Teil des Prozesses zur **Risikobewertung** sind).

**Schaden:** Physische Verletzung oder Schädigung der Gesundheit von Menschen oder Schädigung von Gütern oder der Umwelt.

**Risikobeurteilung:** Gesamtheit des Verfahrens, das Risikoanalyse und Risikobewertung umfasst.

**Risikoanalyse:** Systematische Auswertung verfügbarer Informationen, um Gefährdungen zu identifizieren (potentielle Schadensquellen) und Risiken einzuschätzen.

**Risikoeinschätzung:** Prozess zur Bestimmung von Werten für die Wahrscheinlichkeit des Eintretens und für die Folgen eines Risikos.

**Risikobewertung:** Auf der Risikoanalyse basierendes Verfahren, nach dem festgestellt wird, ob das vertretbare Risiko erreicht wurde.

**Risikokriterien:** Bezugsgrößen, mit denen die Bedeutung eines Risikos bewertet wird.

**Risikobehandlung:** **Anwendung der angenommenen Maßnahmen, die sich auf die Risikoreduzierung beziehen.**

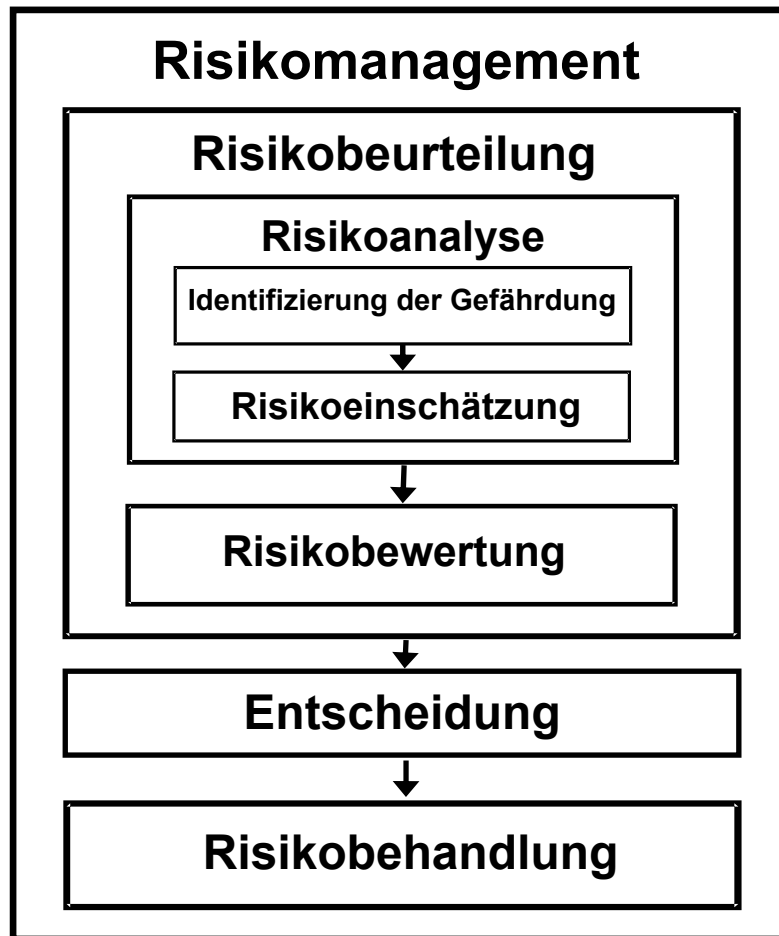
**Risikomanagement:** **Der Gesamtprozess der Risikobeurteilung, der Entscheidung, der Risikobehandlung und deren Überwachung (siehe Abbildung 1).**

**Entscheidungskriterien** umfassen insbesondere die Risikobehandlung und schließen Risiken und soziale, wirtschaftliche und/oder politische Überlegungen ein.

**Entscheidung:** **Auswahlprozess für Maßnahmen der Risikobehandlung auf der Grundlage der Entscheidungskriterien.**

**Vertretbares Risiko:** Risiko, das **in der Entscheidungsphase auf der Grundlage der Entscheidungskriterien akzeptiert wird und das** in einem bestimmten Zusammenhang **insbesondere** gültige Wertvorstellungen der Gesellschaft **einbezieht**.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Beziehungen zwischen den oben definierten Prozessen des Risikomanagements. Da sich dieser Leitfaden auf die Risikobeurteilung konzentriert, sind die Prozesse der Risikobehandlung und alle nachfolgenden Prozesse des Risikomanagements, wie Risikoakzeptanz und Risikokommunikation, nicht in Abbildung 1 enthalten.



**Abbildung 1:** Beziehung zwischen den Prozessen des Risikomanagements

Der Prozess der Risikobewertung basiert auf Risikokriterien, die bisher noch nicht international genormt wurden. Einige COTIF-Mitgliedstaaten haben bereits Kriterien zum Zwecke der Risikobewertung auf der Basis eines nationalen Konsenses festgelegt. Dieser Leitfaden mischt sich nicht in diesen nationalen Regelungen ein, behandelt jedoch den Prozess der Risikobewertung, um den gesamten Prozess der Risikobeurteilung verstehen zu können. Für die Risikobewertung müssen mindestens die folgenden Begriffe definiert werden:

**Individuelles Risiko:** Risiko eines Einzelnen zu Schaden zu kommen (auch als ortsgebundenes Risiko bezeichnet, abhängig vom Ort, Definition ist nicht Teil von ISO/IEC Guide 51 oder 73).

**Kollektives Risiko:** Risiko aller potentiell beteiligten Personen, zu Schaden zu kommen (Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (WDF) individueller Risiken oder Integral dieser WDF, Definition ist nicht Teil von ISO/IEC Guide 51 oder 73).

**Externes Risiko:** Schadensrisiko für Personen, die nicht an der Beförderung beteiligt sind und keine Passagiere sind, oder Schadensrisiko für Güter, die nicht Teil des Beförderungssystems oder der Infrastruktur sind (im Gegensatz zum **internen Risiko** auch als "third party risk" bezeichnet, Definition ist nicht Teil von ISO/IEC Guide 51 oder 73). Die Festlegung, ob das Risiko der Passagiere als internes oder externes Risiko gilt, weicht zwischen den Mitgliedstaaten voneinander ab.

**Risikowahrnehmung:** Art, wie ein Interessenvertreter (Stakeholder) ein Risiko unter Berücksichtigung seiner Anliegen betrachtet.



**Interessenvertreter (Stakeholder):** Einzelperson, Gruppe oder Organisation, die ein Risiko bewirken kann, davon betroffen sein kann oder glaubt, davon betroffen zu sein. Hinweis: Der Entscheidungsträger ist ebenfalls ein Stakeholder.

**Risikoaversion:** Zusätzlicher Faktor zur Risikobewertung, um der negativeren Wahrnehmung von Ereignissen mit hohem Schadenspotential oder von Ereignissen, deren Ursachen außerhalb des menschlichen Einflussbereiches liegt, oder von Ereignissen mit unbekanntem Risiken usw. Rechnung zu tragen (siehe untenstehenden Kommentar, Definition ist nicht Teil von ISO/IEC Guide 51 oder 73).

Es ist zu beachten, dass für den Fall, dass Risiko lediglich als Produkt von Wahrscheinlichkeit und Schaden definiert wird, der gleiche Risikowert für ein Ereignis *mit hoher Wahrscheinlichkeit und geringem Schadensausmaß* wie für ein Ereignis *mit geringer Wahrscheinlichkeit und großem Schadensausmaß* ermittelt werden kann, obwohl die Risikowahrnehmung unterschiedlich sein kann. Um unterschiedliche Risikowahrnehmungen berücksichtigen zu können, wird für die Bewertung des Risikos ein zusätzlicher Faktor benutzt, der als Risikoaversion bezeichnet wird (siehe Abschnitt 4). Je nach Risikowahrnehmung kann die Risikobeurteilung auch auf externe Risiken beschränkt sein.

## 2.2 Grundlegende Anforderungen

Dieser Abschnitt enthält einige Eckpfeiler für die Risikobeurteilung im Hinblick auf die Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter, die von Einzelheiten des Gesamtprozesses unabhängig sind.

**Quantifizierung des Risikos:** Die Anwendung zusätzlicher Vorschriften gemäß Kapitel 1.9 RID ist mit der Verpflichtung der zuständigen Behörde verbunden, die Notwendigkeit von Maßnahmen nachzuweisen. Diese Verpflichtung geht mit der Notwendigkeit einher, Informationen über das mit einer bestimmten Beförderungssituation verbundene Risikoniveau zur Verfügung zu stellen.

1. Sofern keine vergleichbare Alternativstrecke zur Verfügung steht, sollte jede Einschränkung nach dem Grundsatz begründet werden, der im Leitfaden für eine quantitative Risikobeurteilung in Bezug auf ein in dem Mitgliedstaat verwendetes tolerierbares Risikoniveau festgelegt ist (dies können die national verwendeten ALARA- und ALARP-Grundsätze, das Stillstandsprinzip (**GAME**) oder **Risiko- oder Entscheidungskriterien** sein).
2. Sofern jedoch vergleichbare Alternativstrecken verwendet werden können, darf die zuständige Behörde Einschränkungen festlegen:
  - a) normalerweise auf der Grundlage eines qualitativen Vergleichs der Strecken, wenn offensichtlich ist, dass die vorgeschlagenen Einschränkungen zu einer signifikanten Erhöhung der Sicherheit führen;
  - b) in den übrigen Fällen auf der Grundlage **eines quantitativen Vergleichs der von den alternativen Strecken ausgehenden Risiken**.

**Unterteilung des Prozesses der Risikobeurteilung:** Der Prozess der Risikobeurteilung wird in zwei unterschiedliche Teile unterteilt (siehe Abbildung 1). Der erste Teil ist die Risikoanalyse, die für die Quantifizierung eines bestimmten Risikos im Zusammenhang mit den in Kapitel 1.9.2 a) und b) aufgeführten Anwendungsbereichen erforderlich ist, und die so objektiv und genau wie vernünftigerweise erreichbar sein soll (siehe untenstehende Ausführungen zur Unsicherheit). Diesem "wissenschaftlichen" Teil (**Risikoanalyse**) folgt eine Bewertung **des berechneten** Risikoniveaus. **Liegt das Risikoniveau unter dem vertretbaren Risikoniveau erfordert der Risikomanage-**

**mentprozess keine weiteren Maßnahmen. Andernfalls müssen der Entscheidungsfindungsprozess und die Risikobehandlung durchgeführt werden.**

**Unsicherheitsanalyse:** Die Risikoanalyse ist immer mit Unsicherheiten unterschiedlichen Ursprungs verbunden (siehe Abschnitt 4). Um die Risikoanalyse als Grundlage für eine Risikobewertung nutzen zu können, ist für die Ableitung (oder zumindest Einschätzung) des Grades der Unsicherheit besondere Aufmerksamkeit erforderlich. In Fällen, in denen ein analysiertes (geschätztes) Risiko weit unter dem vertretbaren Risiko liegt, sind Unsicherheitsgrade von geringerer Bedeutung, **vorausgesetzt, sie bleiben im Vergleich zur Vertretbarkeitsspanne gering**. Bei einem Unsicherheitsintervall, das deutlich mehr als eine Zone der Risikoklassifizierung abdeckt (z. B. vertretbar/nicht akzeptabel; siehe auch Abschnitt 4), ist es unerlässlich, entweder den in der Analyse ermittelten Grad der Unsicherheit soweit wie vernünftigerweise erreichbar zu reduzieren oder die Angemessenheit von Maßnahmen unter besonderer Berücksichtigung von **festgestellten** Unsicherheitsgraden zu begründen.

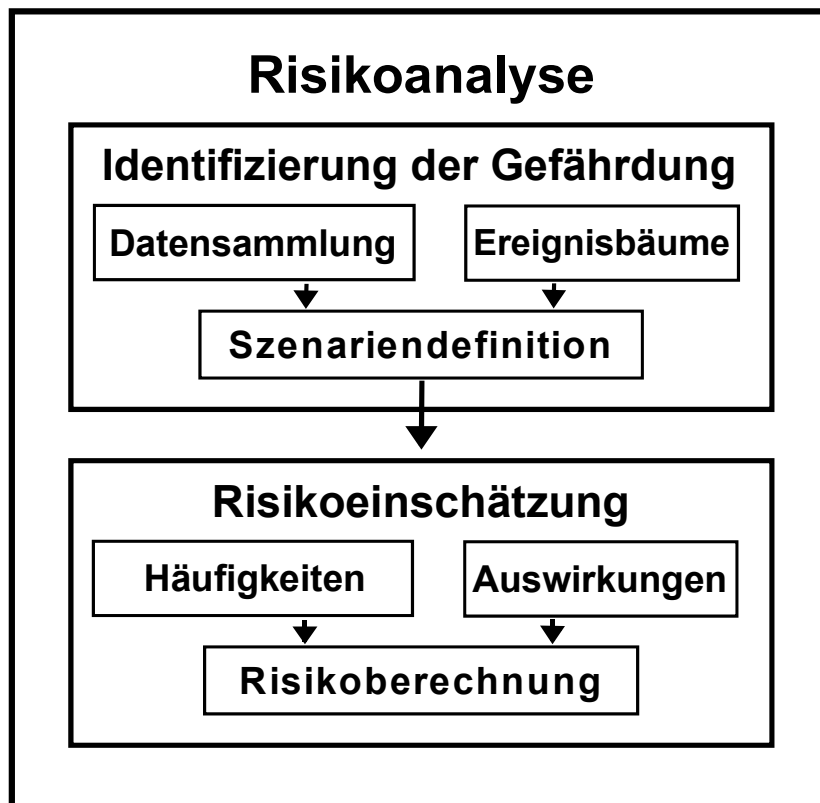
**Risikovergleich:** Wenn die von zwei alternativen Strecken ausgehenden Risiken auf der Grundlage eines Einschätzungsinstrumentes verglichen werden, stellt der Unsicherheitsgrad des Instrumentes ein weniger wichtiges Merkmal dar. In diesem Fall ist es in der Tat wichtiger abschätzen zu können, ob beim Befahren der einen oder der anderen Strecke ein bedeutsamer Gewinn erzielt wird, als einen absoluten Wert des Risikoniveaus aufzustellen. In diesem Fall darf das Instrument für die Risikoeinschätzung nur Einschätzungselemente umfassen, deren Unsicherheit gering ist und die für die Risikoeinschätzung der betroffenen Strecken aussagekräftig sind. Die übrigen Parameter der Risikoeinschätzung, insbesondere diejenigen, die eine zu große Unsicherheit aufweisen, dürfen dann in den Risikokriterien berücksichtigt werden, die nicht durch das Instrument eingeschätzt werden, das an der durchzuführenden Entscheidung der Risikobehandlung beteiligt ist.

**Notwendige Informationen:** Die Dokumentation einer Risikobeurteilung sollte Informationen zu allen in Abschnitt 3.5 genannten Prozesse enthalten, und zwar ausführlich oder als Hinweise auf öffentliche oder auf Anfrage erhältliche Dokumente. Eine transparente und detaillierte Dokumentation des Prozesses der Risikobeurteilung ist eine Grundvoraussetzung für eine nachvollziehbare Risikodokumentation.

### **3. Risikoanalyse**

#### **3.1 Einführung**

Das Ergebnis des Risikoanalyseteils des Risikobeurteilungsprozesses (siehe Abbildung 2) sind Informationen zum individuellen oder kollektiven Risiko der betrachteten Beförderungssituation. Die Risikoanalyse muss Wahrscheinlichkeiten für Unfallszenarien und mögliche Unfallfolgen in Zusammenhang mit diesen Unfallszenarien ableiten. Die folgenden Abschnitte behandeln daher die wichtigsten Aspekte der Definition von Szenarien, der statistischen Analyse und der Konsequenzenanalyse.



**Abbildung 2:** Diagramm der Elemente einer Risikoanalyse

Es ist erwähnenswert, dass der Aufbau des Leitfadens das Ziel verfolgt, Besonderheiten der Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter auf breiter internationaler Basis gerecht zu werden. Die Anwendung des Leitfadens wird allen COTIF-Mitgliedstaaten empfohlen, wobei zwischen den Mitgliedstaaten große Unterschiede bestehen. Größere Unterschiede können beispielsweise auf die Landschaft (flach oder gebirgig), das Klima (Temperatur und Wind), die nationale Politik hinsichtlich Beförderung und Verkehr, die Kombination von Güter- und Personenverkehr sowie die Bevölkerungsdichte zurückgeführt werden. Im Hinblick auf die technischen Details der Zugsysteme und der Infrastruktur können zwischen den einzelnen Staaten ebenfalls Unterschiede bestehen.

Durch diese Unterschiede wird die Möglichkeit einer detaillierten Festlegung der Berechnungsmethoden für eine Risikoanalyse eingeschränkt. Aus diesem Grund überwiegen allgemeine Empfehlungen.

### 3.2 Szenariendefinition

Um die große Anzahl von potentiellen Unfallszenarien in den Griff zu bekommen, besteht der erste Schritt einer Risikoanalyse in der Reduzierung von Szenarien auf eine sinnvolle Anzahl grundlegender Szenarien, einschließlich der Bildung von Clustern für Gefahrstoffe. In einigen COTIF-Mitgliedstaaten existiert bereits eine Standardklassifizierung von Unfallszenarien bei der Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter ([11], [12], [14]).

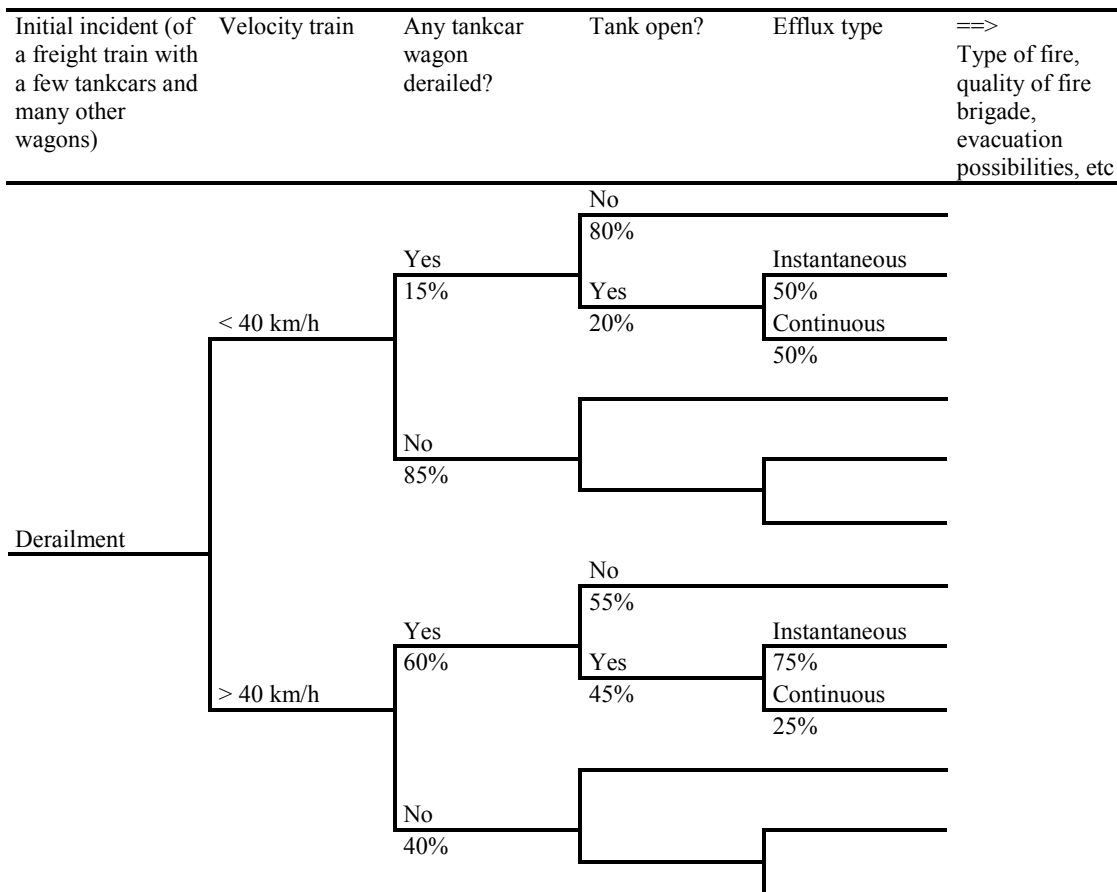
Jede Verbindung und jeder Stoff hat sein eigenes Muster von chemischen und physikalischen Eigenschaften (entzündbar, explosiv, Reaktionsfähigkeit mit anderen Stoffen, giftig, radioaktiv, Aggregatzustand, ...). Obwohl die Auswirkung eines gefährlichen Guts in erster Linie die Eigenschaft des Materials selbst ist, beeinflussen die Umstände auch die eintretende Auswirkung (z. B. Temperatur). Um das Problem zu vermeiden, dass tausende von Verbindungen beschrieben werden müssen, wird ein rigoroses Clustering empfohlen. Zur Klassifizierung und Bildung von Clustern

sind sowohl die Klasse (RID) als auch die Nummer zur Kennzeichnung der Gefahr (Hazard Identification Number – HIN) geeignet.

Ein zu grobes Clustering von Stoffen sollte vermieden werden, um die Unsicherheit der Risikoanalyse zu reduzieren und eine zuverlässige Basis für die Risikobewertung zu gewährleisten. Außerdem sollte beim Clustering von Stoffen der mögliche Ablauf von Ereignissen eines Unfallszenarios einschließlich der Folgen berücksichtigt werden, die von weiteren Parametern und Umständen abhängen können. Eine gekoppelte Klassifizierung von Szenarien und Stoffen wird daher empfohlen.

Die Struktur, die am besten für die Klassifizierung von Unfallszenarien und auch die Risikoberechnung selbst geeignet ist, ist das Ereignisbaumkonzept, **das ausgehend von einem Ursachenbaum erstellt wird, der die Eintrittshäufigkeit von Primäreignissen in einer Systemdimension präzisiert, das die Elemente Rollmaterial, Infrastruktur, Organisation und Betriebsverfahren umfasst.** Eine derartige Struktur vereinfacht die Berechnung aufgrund des klaren Überblicks und gibt den schrittweisen Ablauf bei der quantitativen Zusammensetzung der Berechnung an. Abbildung 3 zeigt ein Beispiel für einen Ereignisbaum. Um die Klassifizierung eines Unfallszenarios mit Hilfe der Ereignisbaumanalyse zu optimieren, sollten auch absolute Häufigkeiten aller zu clusternden Szenarien berücksichtigt werden. Dieser Abschnitt konzentriert sich auf die Aspekte im Zusammenhang mit der Struktur des Ereignisbaums; die Ableitung quantitativer Werte für bedingte Wahrscheinlichkeiten innerhalb des Baums wird in Abschnitt 3.3 behandelt.

**Die Risikoanalyse sollte den Einfluss der Rettungskräfte einschließen. In bestimmten Fällen sind die tatsächlichen Folgen eines Unfalls, d.h. die Anzahl der Todesopfer, wegen des schnellen und effizienten Eingreifens der Rettungskräfte geringer. Zwei Beispiele sind die Verhinderung eines warmen BLEVE (bei einem drohenden Domino-Szenario) und die gut organisierte Evakuierung eines Gebiets, in dem ein giftiges Gas ausgetreten ist. Bei der Analyse der Unfallszenarien stellt deshalb die Beurteilung der Bereitschaft der Rettungskräfte ein Parameter dar.**



**Abbildung 3:** Beispiel für einen Teil eines Ereignisbaums für einen Eisenbahnkesselwagen zur Beförderung entzündbarer flüssiger Stoffe. Die quantitativen Werte sind willkürlich.

Die folgenden Aspekte sind in Ereignisbaumanalysen für die Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter zu berücksichtigen (entweder für die Definition von Szenarien oder für die Risikoanalyse selbst):

**Züge und Verkehr:** Es sind Daten zu den Eisenbahnwagen und Spezifikationen des Eisenbahnverkehrs zusammenzustellen, um Informationen über potentielle Verzweigungen im Ereignisbaum und die Wahrscheinlichkeit von Ereignissen und Szenarien zu erhalten. Viele der folgenden Aspekte, die zu beachten sind, sind im Sicherheitsmanagementsystem (SMS) der Bahngesellschaften erfasst:

- Zugsicherungssystem,
- Arten der beförderten gefährlichen Güter,
- Arten von Eisenbahnwagen und Tanks,
- Zusammensetzung der Züge,
- besondere Sicherheitsmaßnahmen und Beförderungszeit (Tag/Nacht).

**Eisenbahninfrastruktur:** Es ist offensichtlich, dass die Infrastruktur in der Risikoanalyse betrachtet werden muss, ungeachtet der Tatsache, dass diese sich in erster Linie auf das Fahrzeug und den Transport konzentriert. Die Infrastruktur umfasst das gesamte System der Hardware im Eisenbahnbereich (Schiene einschließlich Weichen, Bahnschwellen, Oberleitungen und Portale, Signale, Bahnübergänge, Tunnel, Brücken, Sicherheitseinrichtungen, unterirdische Kabel, etc.). Es wird

daher empfohlen, auch eine Betrachtung der Infrastruktur einzuschließen und die Risikobeiträge anzugeben. Die benötigten Informationen sind Teil des Sicherheitsmanagementsystems (SMS) von Infrastrukturunternehmen:

- Streckentyp (freie Strecke, Wohngebiete, Rangierbahnhof, Brücke, Bahnhof, **eingleisige Strecke**, etc.),
- Streckennutzung (kombiniert/nur Güter),
- Geschwindigkeitsbegrenzungen,
- Sicherheitseinrichtungen (z. B. Heißläuferortung),
- Wartung,
- Bahnübergänge,
- Weichen.

**Primäreignis:** Für eine Risikobeurteilung im Rahmen von Kapitel 1.9 RID werden nur größere Unfälle (und Ereignisse mit dem Potential, sich zu solchen zu entwickeln) betrachtet. Die relevanten Szenarien in diesem Zusammenhang sind wie folgt:

- Entgleisung,
- Zugkollision,
- Kollision zwischen Zug und Kraftfahrzeug,
- Kollision mit anderen Objekten,
- Brand (**ein Brand ist wie eine Explosion oder giftige Freisetzungen auch als nachfolgende potentielle Auswirkung anderer Primäreignisse zu berücksichtigen**),
- plötzliches Tankversagen,
- Wegrollen in bergigen Gebieten (**kann auch als Ursache einer Entgleisung oder einer Kollision berücksichtigt werden**).

In einem speziellen Zusammenhang können auch Einflüsse wie Vandalismus, Terrorismus, Sturm, Erdbeben und Überschwemmung von Bedeutung sein. Für die meisten dieser Szenarien ist keine weitere Erklärung notwendig. Das Szenario "plötzliches Tankversagen" beinhaltet eine Vielzahl von Ereignissen mit plötzlichem Austreten von Stoffen aus einem Tank, das durch Überdruck aufgrund von Nichtbefolgen von Befüllungsregelungen, Korrosion, Sprödigkeit oder Ermüdung des Tankmaterials etc. verursacht wird.

**Szenarien für das Austreten von Stoffen:** Bei einem auslösenden Unfall ist das endgültige Schadenausmaß in hohem Maße davon abhängig, ob der Tank der Einwirkung standhält oder nicht. Kleine Details der spezifischen örtlichen Situation können hierbei ausschlaggebend sein. Eine angemessene Kombination von kasuistischen Tests und Tests im Labor und/oder im Freien muss für ein bestimmtes Szenario gefunden werden (siehe auch Abschnitt 3.4). **Da es nicht denkbar ist, alle Fälle des Austretens von Stoffen für jede genaue Unfallsituation vorherzusehen, kann in der Praxis die Aufstellung repräsentativer und einvernehmlicher Szenarien (pauschale und statistische Festlegung von Leckagebedingungen) vorgenommen werden. In diesem Fall werden die so festgelegten Szenarien dann als Test-Szenarien berücksichtigt, die eine vereinfachte und eventuell eine zwischen den Staaten standardisierte Folgenabschätzung ermöglichen.** Bei Stofffreisetzungen muss wie folgt unterschieden werden:

- sofortige/kontinuierliche Freisetzung,

- vollständige/teilweise Freisetzung.

### 3.3 Statistische Daten

Für jede Unfallart oder jedes Szenario muss eine allgemeine Unfallhäufigkeit unter Berücksichtigung der Häufigkeit des Ausgangsereignisses und der bedingten Wahrscheinlichkeiten der Verzweigungen **des Versagensbaumes** zunächst auf der Grundlage einer geeigneten nationalen Kasuistik ermittelt werden. Diese Aufgabe erfordert eine Vielzahl von Unfalldaten, um alle Verzweigungen des Szenarios abzudecken, auch wenn die Anzahl der Szenarien bereits durch entsprechendes Clustering reduziert wurde. Um statistisch signifikante Informationen über Häufigkeiten und bedingte Wahrscheinlichkeiten zu erhalten, steigen die Anforderungen hinsichtlich der Unfallanzahl weiter an.

Die Anzahl der Unfälle bei der Beförderung gefährlicher Güter ist eher gering, was für den Menschen und die Umwelt ein glücklicher Umstand ist, jedoch die statistische Signifikanz von Unfallhäufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten innerhalb der Ereignisbaumverzweigungen einschränkt. Für die Ableitung statistischer Daten zur Durchführung einer Risikoanalyse wird daher unbedingt empfohlen, folgende Daten zu berücksichtigen:

- Informationen aus internationalen Unfalldatenbanken und
- Unfalldaten zum allgemeinen Gütertransport.

Die Anwendbarkeit dieser Statistiken für das jeweilige Szenario für die Beförderung gefährlicher Güter muss überprüft **und die für ihre Anwendung getroffenen Annahmen begründet** werden.

Die Harmonisierung der Unfalluntersuchung und -berichterstattung durch Abschnitt 1.8.5 RID und Richtlinie 2004/49 wird die Grundlage für internationale Unfallstatistiken und detaillierte Analysen von Unfallabläufen zukünftig verbessern. Systematische Unterschiede zwischen nationalen Unfallstatistiken aufgrund von Unterschieden im Hinblick auf Eisenbahnsysteme, Frachtmenge, Bagatellegrenze für die Unfalldefinition und andere Parameter sollten berücksichtigt werden. Besondere Aufmerksamkeit sollte den langfristigen Trends in Unfallstatistiken in Folge erhöhter Sicherheitsniveaus geschenkt werden.

Physikalische, **numerische oder statistische** Analysen zum Verhalten von Versandstücken beim Aufprall können ebenfalls als geeignete Informationsquellen zu bedingten Wahrscheinlichkeiten des Ereignisbaums dienen. Expertenschätzungen sollten soweit wie möglich nicht verwendet werden, um objektive und zuverlässige Daten für die Risikoanalyse zu erhalten und Transparenz für die Qualitätskontrolle sicherzustellen.

Weitere Daten, die für die statistische Analyse von Unfalldaten benötigt werden, sind zurückgelegte Kilometer des Güterwagens nach Jahren, Fracht, Streckentyp etc., um für jedes Unfallszenario Häufigkeiten ableiten zu können. Informationen zu der Anzahl verletzter oder getöteter Personen mit ähnlicher Differenzierung werden zur Einschätzung des Risikoniveaus des gesamten Eisenbahnsystems und zur Überprüfung der Plausibilität einer Risikoeinschätzung für einen bestimmten Ort benötigt.

Die Zusammenstellung und statistische Analyse dieser Daten ist Teil des Sicherheitsmanagementsystems (SMS) von Eisenbahn- und Infrastrukturunternehmen. Die Meldung der meisten dieser Daten an die zuständigen Behörden ist gemäß den RID-Regelungen und der Richtlinie 2004/49/EG vorgeschrieben.

### 3.4 Modellierung von Unfallfolgen

Der in Abbildung 3 dargestellte Ereignisbaum endet mit der Freisetzung von gefährlichen Stoffen. Für die Ableitung von Schäden (z. B. Todesopfer oder Verletzungen) ist eine weitere Verfolgung der möglichen Verzweigungen des Ereignisbaums erforderlich. Faktoren, die die bedingte Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Ablaufs von Ereignissen infolge der Freisetzung gefährlicher Stoffe beeinflussen, hängen vom Ort des Unfalls und seiner Umgebung ab.

Relevante Informationen umfassen:

- Bevölkerungsdichte nahe der Eisenbahnstrecke (in Abhängigkeit von der Tageszeit),
- **Dichte der Benutzer der Eisenbahnstrecke oder der benachbarten Strecken oder Infrastruktur (in Abhängigkeit von der Zeit),**
- Art und Nutzung **umliegender Gebäude und anderer Infrastruktur,**
- Zugänglichkeit der Infrastruktur für Rettungsdienste,
- atmosphärische Bedingungen (Wind- und Temperaturstatistiken) und
- Topographie.

Einige Parameter sind nur für bestimmte Szenarien relevant (z. B. Windstatistiken für die Freisetzung von gasförmigen giftigen Stoffen), während andere in jedem Fall benötigt werden. Zwei geographische (topologische) Elemente sind sehr entscheidend: als erstes der Abstand zum Schienenweg und als zweites die Bevölkerungsdichten in allen Teilen der näheren Umgebung in einem Raster, das für das Gebiet mit signifikanten Einwirkungen angemessen ist (z. B. Auflösung von 25 x 25 m bis 100 x 100 m).

Die Gebäudeart wird geprüft, um den gegebenen Schutz gegen Brand oder Explosion einzuschätzen. Kataster zur Gebäudeart einschließlich Informationen zur Nutzung sind hilfreich bei der Berechnung der Anwesenheit von Menschen (Wohngebiete, industrielle und gewerblich genutzte Gebiete, Schulen, Krankenhäuser etc.).

Relevante Szenarien für die Einwirkung auf Personen und die Umwelt sind:

- **Explosion,**
- **Brand** (Stichflamme oder Lachenbrand),
- atmosphärische Verbreitung von giftigen Stoffen und
- Verschmutzung von Wasser und Boden.

Um für jedes Szenario Unfallfolgen ableiten zu können, müssen zunächst numerische oder analytische Modelle zur Einschätzung der physikalischen Effekte (Strahlung, Druck, Konzentration giftiger Stoffe, Einwirkungen von Trümmern) bei jedem Szenario angewandt werden. Geeignete Modelle und Gleichungen sind z. B. in [8], [9] aufgeführt. Modelle zur Risikoeinschätzung sollten zuvor verifiziert und mit realen Szenarien oder Modelltestrechnungen (Benchmarks) verglichen werden.

Der inhärente Grad der Vereinfachung der physikalischen Modelle hat einen Einfluss auf die **Stichhaltigkeit** und den Detaillierungsgrad des Prozesses der Risiko**einschätzung**. Die Auswahl der Modelle sowie die Anzahl und Qualität der in der physikalischen Analyse zu berücksichtigenden Parameter sollte daher mit dem Grad an Genauigkeit vergleichbar sein, der für eine Risikobewertung erforderlich ist (siehe Abschnitt 4).



Generell sollten die folgenden vier Arten von Schaden oder Beschädigungen untersucht werden:

1. während oder kurz nach einem Unfall getötete Personen,
2. verletzte Personen,
3. Schäden an wichtigen Gebäuden und Bauwerken,
4. Umweltverschmutzung **in Zusammenhang mit der** freigesetzten Ladung.

Die Schadensarten werden in den Mitgliedstaaten derzeit unterschiedlich berücksichtigt. In den Niederlanden werden beispielsweise nur getötete Personen berücksichtigt, in der Schweiz wird auch die Umweltverschmutzung berücksichtigt.

Im Hinblick auf Todesopfer und Verletzungen muss der Schaden an Personen mit Hilfe statistisch-physiologischer Modelle auf der Grundlage von geschätzten physikalischen Einwirkungen eingeschätzt werden. Mit diesen Modellen werden Zahlen für die Wahrscheinlichkeit von Verletzungen oder Todesopfern physikalischen Effekten zugeordnet, wie z. B. Belastung durch Strahlung oder giftige Gase (z. B. [9], [10]). Bei einigen dieser Modelle gibt es immer noch einen unbefriedigenden Grad der Unsicherheit, der von der Art der Folgen abhängt (z. B. Probitfunktionen für Toxizität). Ein beträchtlicher Teil des Grades der Unsicherheit in Risikoanalysen hat seinen Ursprung somit in der Einschätzung des Schadens.

Die Anwendung objektiver und transparenter Methoden und die realistische Berücksichtigung schadenbegrenzender Parameter, wie Flucht oder Schutzeffekte durch Gebäude, sind für eine adäquate Risikoanalyse unerlässlich. Eine systematische Berücksichtigung pessimistischer Annahmen ist beispielsweise kontraproduktiv für eine Risikoanalyse, **vor allem, wenn diese für die Aufstellung eines absoluten Risikoniveaus durchgeführt wird, das mit einem festgelegten Grenzwert zu vergleichen ist. Im Fall des vergleichenden Ansatzes (mit einem bestimmten Instrument) hat dies weniger Bedeutung, da ja mehr auf den Unterschied (Gewinn) einer Strecke gegenüber einer anderen abgehoben wird. In allen Fällen ist** die Berücksichtigung und Diskussion von Unsicherheitsgraden Teil des Prozesses der Risikobewertung.

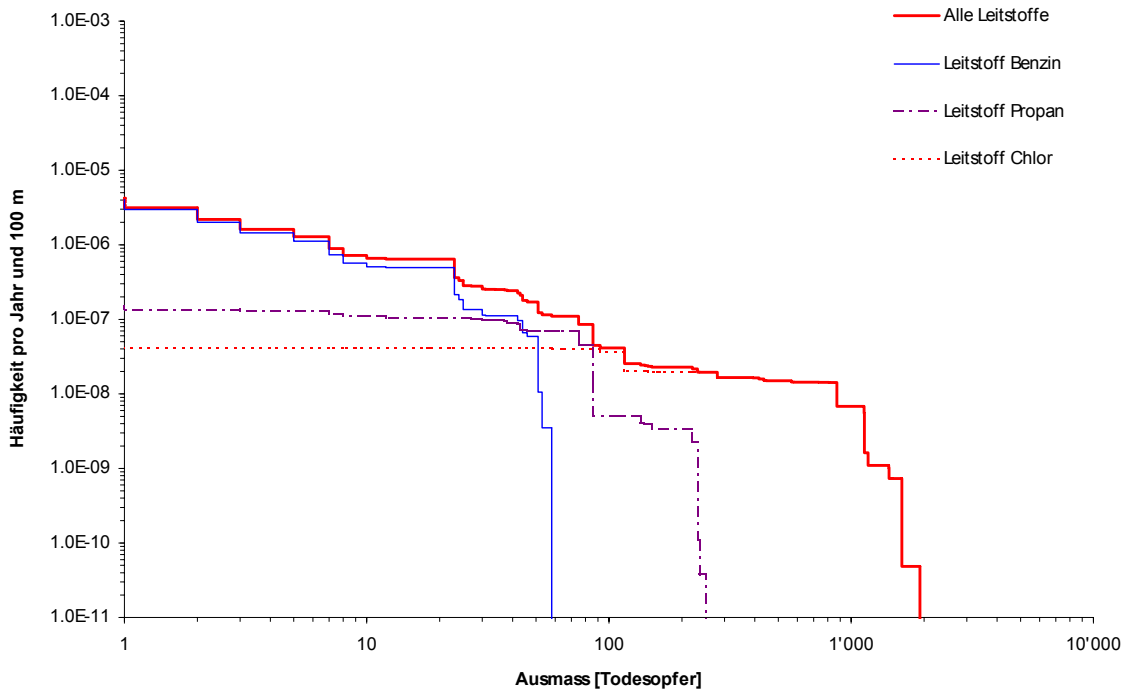
### 3.5 Risikoeinschätzung

Der Prozess zur Risikoeinschätzung enthält die Anwendung des Ereignisbaums sowie der physikalischen und physiologischen Modelle für den zu betrachtenden Ort. Berechnete/geschätzte Werte für individuelle oder kollektive Risiken werden auf der Grundlage ortsspezifischer Daten zur Beförderungskapazität für gefährliche Güter und zur Streckennutzung aller potentiellen Unfallszenarien zugeordnet. Gemäß der vereinfachten Definition in Abschnitt 2.1 ist das Risiko ein Produkt aus Schaden und Wahrscheinlichkeit. Dennoch ist die Darstellung von Risiko als einzelne Wahrscheinlichkeit von Schaden (z. B. Wahrscheinlichkeit von einem Todesopfer pro Jahr) nicht die übliche Praxis bei der Risikoanalyse. Risiko wird normalerweise als die wahrscheinliche Häufigkeit eines Schadens (z. B. Häufigkeit von Todesfällen) im räumlichen Zusammenhang oder als Häufigkeitsverteilung des Schadensausmaßes betrachtet (siehe unten).

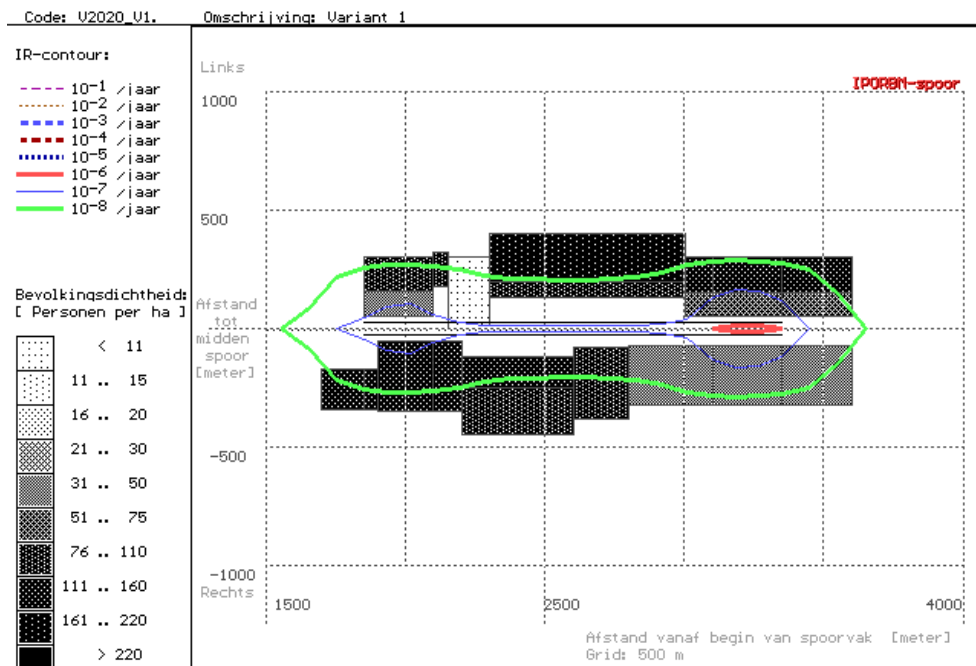
Für eine systematische Risikoeinschätzung muss die zu betrachtende Eisenbahnstrecke in verschiedene Abschnitte mit Standardlängen unterteilt werden, um Risikowerte mit Risikokriterien vergleichbar zu machen. Übliche Referenzlängen für die Ableitung von Risiken (pro Jahr) sind 100 m bis 1 km. Bei der Abwägung von Alternativstrecken wird für den gegenseitigen Vergleich das gesamte kollektive Risiko jeder Strecke beurteilt. **In diesem Fall liefert das Risiko einer Strecke bezogen auf eine Referenzlänge keinen zusätzlich verwendbaren Hinweis.**

Individuelle Risiken werden üblicherweise mit Hilfe von Iso-Risiko-Linien (z. B. Todesopfer pro Jahr und Streckenlänge) auf einer Karte des zu betrachtenden Gebiets dargestellt, um Informatio-

nen über die räumliche Verteilung des Risikos unabhängig von der tatsächlichen Verteilung der Bevölkerungsdichte zu erhalten. Das kollektive Risiko wird in Form einer Kurve als Verhältnis von Schaden (z. B. N getötete Personen) zur Häufigkeit (frequency – F) dargestellt (häufig als FN-Kurve bezeichnet). In diesem Fall muss die Verteilung der Bevölkerungsdichte berücksichtigt werden. Beispiele für beide Risikoarten sind in den Abbildungen 4 und 5 dargestellt.



**Abbildung 4:** Beispiel für eine FN-Kurve für das kollektive Risiko aufgrund von Zugunfällen für geclusterte Gefahrstoffe (aus [11])



**Abbildung 5:** Beispiel einer Grafik mit Iso-Risiko-Kurven für das individuelle Risiko (Quelle: MINVENW, NL)

#### 4. Risikobewertung

Gegenwärtig kann ein COTIF-Mitgliedstaat Zielwerte des Sicherheitsniveaus sowie Maßnahmen im Falle von Überschreitungen frei gemäß der nationalen Sicherheitspolitik definieren, soweit diese Bestimmungen nicht mit internationalen Regelungen unvereinbar sind. Die erste Reihe gemeinsamer Sicherheitsziele (CST) für individuelle und kollektive Risiken, die im Jahr 2009 von der Europäischen Kommission angenommen werden soll [6], wird zur Harmonisierung der Risikoakzeptanzkriterien und der Risikobeurteilung der Staaten beitragen. Insbesondere die vorgesehene Festlegung von gemeinsamen Sicherheitszielen soll sicherstellen, dass die gegenwärtige sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit von Eisenbahnsystemen in keinem der EU-Mitgliedstaaten reduziert wird.

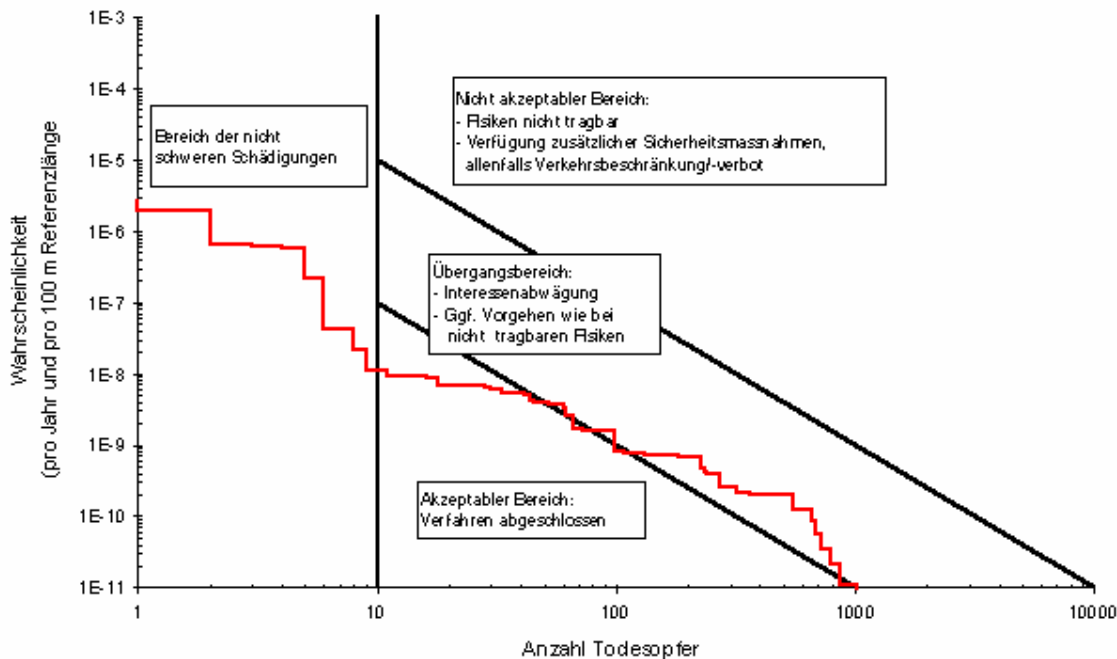
Derzeit gibt es in den COTIF-Mitgliedstaaten unterschiedliche Ansätze zur Risikobewertung. Diese Unterschiede betreffen:

- die Art des bewerteten Risikos (individuell, kollektiv, umweltbezogen),
- Grad und Form der Akzeptanz- und Tolerierbarkeitsgrenzen,
- Akzeptanz- und Tolerierbarkeitsbereiche/-kategorien.

Für jede Art von Risiko wird ein Risikokriterium benötigt, um die Tolerierbarkeit eines Risikos bewerten zu können. Diese Risikokriterien sollten mit Risikokriterien vergleichbarer Risikoarten abgeglichen werden (z. B. Risiken, die von Industrieanlagen ausgehen, die den Regelungen der Seveso-II-Richtlinie unterliegen, [3]).

Die RAMS-Norm EN 50126 [7] gibt einen Überblick über die Ansätze zur Risikobewertung. Das im Vereinigten Königreich angewandte ALARP-Prinzip (so gering wie vernünftigerweise praktikabel) definiert einen Bereich für ein nicht akzeptables Risiko, das eine Risikobehandlung erfordert, wenn Ergebnisse der Risikoanalyse in diesen Bereich fallen. Der angrenzende Tolerierbarkeitsbereich mit niedrigeren Risikowerten führt zu Maßnahmen nach dem ALARP-Prinzip, während der akzeptierbare Bereich mit noch geringerem, unbedeutendem (Rest-)Risiko keine Maßnahmen der zuständigen Behörde erfordert.

In der Schweiz gibt es einen ähnlichen Ansatz für die Bewertung des kollektiven und umweltbezogenen Risikos (siehe Abbildung 6). Hier gibt es noch eine zusätzliche differentielle Risikoaversion aufgrund der unterschiedlichen Risikowahrnehmung bei einem Ereignis *mit geringer Wahrscheinlichkeit und großem Schadensausmaß* und einem Ereignis *mit hoher Wahrscheinlichkeit und geringem Schadensausmaß*. Eine weitere Besonderheit bei diesem Konzept ist die Begrenzung der Risikobewertung auf schwere Schäden (z. B. 10 oder mehr Todesopfer). Der Ansatz der Niederlande ist ähnlich, beinhaltet jedoch keinen ALARP- oder Übergangsbereich zwischen vertretbaren (tolerierbaren) und nicht akzeptablen Risiken.



**Abbildung 6:** Beispiel für eine FN-Kurve für das kollektive Risiko mit entsprechenden Bereichen für die Risikobewertung (aus [11])

Für eine qualitative Risikoanalyse liefert die RAMS-Norm EN 50126 [7] das Beispiel des GAMAB-Prinzips (globalement au moins aussi bon – insgesamt mindestens gleich gut). Die Anwendung dieses Prinzips auf einen Streckenvergleich würde für eine Alternativstrecke im Vergleich zur bestehenden Strecke maximal dasselbe Risiko verlangen (Stillstandsprinzip).

In den vorangegangenen Abschnitten wurden verschiedene mögliche Quellen für Unsicherheiten erörtert (Unfallstatistik, physikalische und physiologische Modelle, zeitabhängige ortsspezifische Randbedingungen etc.). Für eine brauchbare Risikobewertung auf der Grundlage von festgelegten Risikokriterien ist es äußerst wichtig, eine Minimierung der Unsicherheit anzustreben. Insbesondere wenn restriktive Maßnahmen vorgesehen sind, ist eine transparente Analyse und Erörterung der Unsicherheit innerhalb des Bewertungsprozesses für **das Verständnis und** die Akzeptanz der Maßnahmen unbedingt erforderlich.

## 5. Risikomanagement

Die Risikoeinschätzung liefert Informationen darüber, ob eine analysierte Situation einem vertretbaren Risiko entspricht oder nicht. **Diese Einschätzung findet unabhängig von der Phase der Risikoanalyse statt.** Mit einer entsprechenden Dokumentation der Risikobeurteilung kann der nach Kapitel 1.9.3 RID geforderte Nachweis der Notwendigkeit von Maßnahmen erbracht werden. Die Dokumentation sollte jedoch auch Informationen zur Auswahl der Maßnahmen **und insbesondere die Festlegung der exogenen Entscheidungskriterien der Risikoeinschätzung selbst** enthalten.

Es ist unkompliziert, für den Vergleich der Wirksamkeit verschiedener möglicher Maßnahmen dieselben Methoden und Modelle anzuwenden wie für die Risikoeinschätzung. Die Wirksamkeit von Maßnahmen beinhaltet Aspekte wie das Potential für die Reduzierung von Risiken und Belastungen für die Interessenvertreter. Eine gute Begründung der Maßnahmen erhöht die Aussicht, dass diese eine breite Akzeptanz finden.

**Es ist ratsam, den Prozess des Risikomanagements regelmäßig zu überprüfen, um Änderungen im Kontext und im Prozess zu berücksichtigen.**

## 6. Literaturnachweis

- [1] Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV), Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (Ordonnance sur les accidents majeurs, OPAM), Ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR), (deutsch, französisch, italienisch), R 814.012, 27. Februar 1991
- [2] Richtlinien für Verkehrswege, Beurteilungskriterien II zur Störfallverordnung, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft der Schweiz (BUWAL-CH), August 2001
- [3] Richtlinie 96/82/EG des Rates vom 9. Dezember 1996 zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen, Amtsblatt Nr. L 010 , S. 0013 - 0033, 14. Januar 1997
- [4] ISO/IEC Guide 73: 2002, Risikomanagement – Terminologie – Leitfaden für die Anwendung in Normen
- [5] ISO/IEC Guide 51: 1999, Sicherheitsaspekte – Richtlinien für ihre Aufnahme in Normen (deutsche Fassung: DIN 820-120:2001)
- [6] Richtlinie 2004/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Eisenbahnsicherheit in der Gemeinschaft (Richtlinie über die Eisenbahnsicherheit), 29 April 2004
- [7] EN 50126:1999 Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS)
- [8] Methods for the calculation of physical effects due to releases of hazardous materials (liquids and gases), Yellow Book, 3<sup>rd</sup> edition, Committee for the Prevention of Disasters, CPR 14E, Den Haag, 1997
- [9] Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapour Cloud Explosions, Flash Fires, and BLEVES, Centre for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 1994
- [10] Methods for determining possible damage to people and subjects, Green Book, 2<sup>nd</sup> edition, Committee for the Prevention of Disasters, CPR 16E, Den Haag, 2000
- [11] Quantitative Risikoanalyse für Gefahrguttransporte auf der Bahn – Methodik und Bewertung, Bundesamt für Verkehr, Schweiz, 2004
- [12] IPO Risk Calculation Methodology – Background Document, The Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Den Haag, 1997
- [13] Guidelines for the Quantitative Risk Assessment, Purple Book, 1<sup>st</sup> edition, Committee for the Prevention of Disasters, CPR 18E, Den Haag, 1999
- [14] **A new QRA model for rail transportation of hazardous goods. 11<sup>th</sup> International Symposium Loss Prevention 2004, Proceeding p 4283-4289, Praha, Congress Centre, June 2004.**

## Kapitel 1.9

### Beförderungseinschränkungen durch die zuständigen Behörden

- 1.9.1** Ein Mitgliedstaat kann für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter auf seinem Hoheitsgebiet bestimmte ergänzende Vorschriften, die nicht im RID enthalten sind, anwenden, vorausgesetzt, diese ergänzenden Vorschriften
- sind solche gemäß Abschnitt 1.9.2,
  - stehen nicht in Widerspruch zu den Vorschriften des Abschnitts 1.1.2 b),
  - sind im innerstaatlichen Recht des Mitgliedstaates aufgeführt und gelten auch für die innerstaatliche Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter im Hoheitsgebiet des Mitgliedstaates,
  - haben nicht das Verbot der Eisenbahnbeförderung der durch diese Vorschriften erfassten gefährlichen Güter auf dem Hoheitsgebiet des Mitgliedstaates zur Folge.
- 1.9.2** Die in Abschnitt 1.9.1 genannten ergänzenden Vorschriften sind:
- a) zusätzliche Vorschriften oder der Sicherheit dienende Einschränkungen für Beförderungen,
    - bei denen bestimmte Kunstbauten wie Brücken oder Tunnel<sup>1)</sup> befahren werden,
    - bei denen Einrichtungen des kombinierten Verkehrs wie z.B. Umschlageinrichtungen benutzt werden oder
    - die in Häfen, Bahnhöfen oder anderen Beförderungsterminals beginnen oder enden.
  - b) Vorschriften, mit denen die Beförderung bestimmter gefährlicher Güter auf Strecken mit besonderen und örtlichen Risiken, wie Strecken durch Wohngebiete, ökologisch sensible Gebiete, Wirtschaftszentren oder Industriegebiete mit gefährlichen Anlagen, untersagt oder besonderen Bedingungen, wie z.B. betriebliche Maßnahmen (reduzierte Geschwindigkeit, bestimmte Fahrzeiten, Begegnungsverbot, usw.), unterstellt wird. Die zuständigen Behörden haben, soweit dies möglich ist, Ersatzstrecken festzulegen, die für die jeweils gesperrten oder besonderen Bedingungen unterstellten Strecken benutzt werden können.
  - c) besondere Vorschriften, in denen ausgeschlossene oder bestimmte einzuhaltende Strecken genannt sind, oder einzuhaltende Vorschriften für zeitweilige Aufenthalte bei extremen Witterungsbedingungen, Erdbeben, Unfällen, Demonstrationen, öffentlichen Unruhen oder bewaffneten Aufständen.
- 1.9.3** Die Anwendung der ergänzenden Vorschriften nach Abschnitt 1.9.2 a) und b) setzt voraus, dass die zuständige Behörde die Notwendigkeit der Maßnahmen nachweist.
- 1.9.4** Die zuständige Behörde des Mitgliedstaates, der auf seinem Hoheitsgebiet die ergänzenden Vorschriften nach Abschnitt 1.9.2 a) und b) anwendet, unterrichtet das Zentralamt in der Regel vorab über die besagten Bestimmungen, das diese den Mitgliedstaaten zur Kenntnis bringt.
- 1.9.5** Ungeachtet der Vorschriften der vorstehenden Abschnitte können die Mitgliedstaaten besondere Sicherheitsvorschriften für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter erlassen, sofern der betreffende Bereich nicht im RID erfasst ist; dies gilt insbesondere für
- den Zugverkehr,
  - die Betriebsregelung für die transportbedingten Tätigkeiten, wie Rangieren oder Abstellen,
  - die Erfassung der Angaben über die beförderten gefährlichen Güter,
- vorausgesetzt, diese Vorschriften sind im innerstaatlichen Recht des Mitgliedstaates aufgeführt und gelten auch für die innerstaatliche Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter im Hoheitsgebiet des Mitgliedstaates.
- Diese besonderen Vorschriften dürfen nicht die im RID erfassten Bereiche betreffen, und zwar insbesondere nicht die in den Abschnitten 1.1.2 a) und 1.1.2 b) aufgeführten Bereiche.

---

<sup>1)</sup> Für Beförderungen durch den Ärmelkanal-Tunnel und durch Tunnel mit ähnlichen Merkmalen siehe auch Artikel 5 § 2 a) und b) der Richtlinie 96/49/EG des Rates für die Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter, veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 235 vom 17. September 1996, Seite 25.