



Basel, 10. Oktober 2017

## Kontrollbericht

### Risikoermittlung Rhein 2016

#### Inhalt

<b>1. Zusammenfassung</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Gegenstand der Risikoermittlung</b> .....	<b>3</b>
2.1 Räumliche Abgrenzung.....	3
2.2 Berücksichtigte Gefahren.....	3
2.3 Berücksichtigte Konsequenz.....	4
<b>3. Durchführung der Risikoermittlung</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Ergebnis der Prüfung der Risikoermittlung</b> .....	<b>4</b>
4.1 Grunddaten .....	4
4.2 Methodik allgemein .....	6
4.3 Häufigkeitsabschätzung.....	6
4.4 Freisetzungsmengen.....	7
4.5 Szenarien .....	7
<b>5. Beurteilung der Tragbarkeit des Risikos</b> .....	<b>8</b>
5.1 Risiken für die Bevölkerung .....	8
5.2 Risiken für die Umwelt .....	8
<b>6. Zusätzliche Massnahmen zur Verringerung des Risikos</b> .....	<b>9</b>
6.1 Aktionsplan der Schweizerischen Rheinhäfen.....	9
6.2 In der Arbeitsgruppe vereinbarte Massnahmen.....	11
6.3 Wirkung der Massnahmen .....	11
<b>7. Abschliessende Beurteilung</b> .....	<b>12</b>
<b>8. Eigenverantwortung / Allg. Sicherheitsmassnahmen / Informations-pflicht</b> .....	<b>13</b>

## 1. Zusammenfassung

Der Rhein untersteht im für die Grossschifffahrt zugelassen Bereich (Landesgrenze Rhein-km 170.0 bis zur Strassenbrücke in Rheinfeldern Rhein-km 149) der Störfallverordnung, wobei nur bis Auhafen Muttenz (Rhein-km 159.2) relevante Mengen Gefahrgut transportiert werden. Das Risiko, welches durch den Transport von Gefahrgüter auf dem Rhein für die Bevölkerung und die Umwelt ausgeht, wurde in der Risikoermittlung 2002 bestimmt und 2013 nochmals überprüft. Auf Grund der geänderten Bedingungen (z.B. Nutzung der Rheinufer) und den sich abzeichnenden Änderungen (Gateway Basel Nord, Projekt „Rheininsel“ und LNG-Transporte auf dem Rhein) beschlossen die Tiefbauämter BL und BS eine neue Risikoermittlung von der Risk&Safety AG und der Nabla Ingenieure GmbH erstellen zu lassen. Eine Arbeitsgruppe bestehend aus Vertretern der Schweizerischen Rheinhäfen (SRH), des Bundesamts für Verkehr (BAV), des Bundesamts für Umwelt (BAFU), des Sicherheitsinspektorats BL (SIT) und der Kontrollstelle für Chemie- und Biosicherheit BS (KCB) hat die Erstellung der Risikoermittlung beratend begleitet.

Die Risikoermittlung 2002 und die Überprüfung 2013 ergaben Personenrisiken im Übergangsbereich und nicht akzeptable Umweltrisiken.

Die Risikoermittlung 2016 bezieht sich auf den gleichen Rheinabschnitt wie die Risikoermittlung 2002 (Landesgrenze Rhein-km 170.0 bis Auhafen Muttenz Rhein-km 159.2), wurde aber nicht nur in mehreren Bereichen überprüft und aktualisiert, sondern auch für zwei Zeitpunkte (für das Jahr 2015 und das Jahr 2025) durchgeführt.

Die Methodik der Risikoermittlung basiert für Personenrisiken neu auf Berechnungen mit dem Programm Riskcurves von der TNO. Dadurch kann die Risikoermittlung unabhängig vom Ersteller einfach an neue Gegebenheiten angepasst werden.

Die für die Risikoermittlung relevanten Parameter wie z.B. Bevölkerungsdaten, Leitstoffe und Transportmengen wurden aktualisiert. Dies führte zu der Berücksichtigung der Rheinschwimmer in der Risikoermittlung. Zudem wurden die Leitstoffe Dünger und ökotoxische Stoffe (transportiert in Container) bei den Umweltrisiken neu zu den betrachteten Leitstoffen hinzugefügt. Für das Jahr 2025 wurde zusätzlich der Leitstoff LNG (Liquefied Natural Gas) auf Grund des geplanten LNG-Speichertanks im Auhafen Muttenz und das geplante Gateway Basel Nord mit zusätzlichen 150'000 Container pro Jahr berücksichtigt.

Die Schweizerischen Rheinhäfen (SRH) haben parallel zu der Erstellung der Risikoermittlung 2016 einen Aktionsplan gestartet, welcher Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit beim Transport auf dem Rhein beinhaltet. Neben dem Aktionsplan der SRH wurde bei der Erstellung der Risikoermittlung in Zusammenarbeit mit der Begleitgruppe ein weiterer Massnahmenkatalog erstellt. Diese Massnahmen wurden in der Beurteilung des Risikos soweit wie möglich berücksichtigt.

Die Risiken wurden nach der Richtlinie „Beurteilungskriterien II zur Störfallverordnung StFV“ vom August 2001, in der die Kriterien für die Umwelt nur provisorisch festgelegt wurden, beurteilt. Das Sicherheitsinspektorat BL, die Kontrollstelle für Chemie- und Biosicherheit BS, die Kommission für Risikobeurteilung BS (RISKO) und die Kommission zur Beurteilung von Risikoermittlungen BL (KOBEL) beurteilen die Personenrisiken nach einer Interessenabwägung, bei welcher die nationalen und internationalen Interessen an der Nutzung des Rheins als Transportweg höher gewichtet werden als die daraus entstehenden Personenrisiken, als tragbar. Die Umweltrisiken werden auch nach der Umsetzung der zusätzlichen Sicherheitsmassnahmen gemäss den provisorischen Kriterien als untragbar beurteilt. Trotzdem wird auf eine zeitnahe Verfügung von weiteren Massnahmen verzichtet, da die Wirksamkeit der beschlossenen Massnahmen erst mit einer zeitlichen Verzögerung messbar wird und nach intensiven Abklärungen als einzige weitere wirksame Massnahme die Beschränkung des Transports von Gefahrgüter auf dem Rhein möglich bleibt. Eine solche Beschränkung würde die Risiken auf die anderen Verkehrsträger verschieben.

## 2. Gegenstand der Risikoermittlung

Die Risikoermittlung wurde für die zwei Zeitpunkte 2015 und 2025 durchgeführt. Der Zeitpunkt 2015 stellt die aktuelle Situation dar. Der Zeitpunkt 2025 basiert auf der Betrachtung für das Jahr 2015 mit folgenden Ergänzungen:

- Das erwartete Gefahrgutaufkommen von 150'000 Container des geplanten Hafenbecken III (Gateway Basel Nord) wird berücksichtigt.
- Der Transport von LNG in Tankschiffen zum geplanten LNG-Speicher im Auhafen Muttenz wird mit zwei Schiffen pro Woche berücksichtigt.

### 2.1 Räumliche Abgrenzung

Der Rhein ist in der Schweiz von der Landesgrenze (Rhein-km 170.0) bis zur alten Rheinbrücke in Rheinfelden (Rhein-km 149) für die Grossschifffahrt geeignet. Relevante Mengen an Gefahrgütern werden aber nur auf dem Streckenabschnitt Landesgrenze (Rhein-km 170.0) bis zum Auhafen Muttenz (Rhein-km 159.2) transportiert. Die Risikoermittlung bezieht sich daher nur auf die Strecke mit einem relevanten Aufkommen von transportierten Gefahrgütern (Rhein-km 170.0 bis 159.2) inkl. der Schleuse in Birsfelden und den Hafenbecken I, II und für das Jahr 2025 zusätzlich noch das Hafenbecken III. Da in der Risikoermittlung nur der Transport auf dem Rhein angeschaut wird, sind die Szenarien, welche von Schiffen an Steigern oder Anlegestellen ausgehen, nicht berücksichtigt. Diese Szenarien sind in spezifischen Kurzberichten und Risikoermittlungen abgehandelt.

Die betrachtete Strecke wurde in die folgenden sechs relativ homogenen Segmente unterteilt:

- Segment 1: Auhafen Muttenz (Rhein-km 159.2 bis 161.3)
- Segment 2: Hafen Birsfelden (Rhein-km 161.3 bis 162.6)
- Segment 3: Schleuse Birsfelden (Rhein-km 162.6 bis 164.0)
- Segment 4: Schwarzwaldbrücke bis Dreirosenbrücke (Rhein-km 164.0 bis 167.9)
- Segment 5: Dreirosenbrücke bis Landesgrenze (Rhein-km 167.9 bis 170.0)
- Segment 6: Hafenbecken I, II und III

Im Segment 4 wurden die Brücken (Schwarzwaldbrücke, Wettsteinbrücke, Mittlere Brücke, Johanniterbrücke und die Dreirosenbrücke) und Strecken zwischen den verschiedenen Brücken separat betrachtet.

### 2.2 Berücksichtigte Gefahren

In der Risikoermittlung wurden nur Gefahren berücksichtigt, die von Schiffen, welche mit Gefahrgütern beladenen sind, ausgehen. Die Risiken von gefährlichen Stoffen mit einer sehr geringen Transportfrequenz oder Transportmenge (z.B. humantoxische Flüssigkeiten und gasförmige oder explosive Stoffe) wurden in der Risikobetrachtung nicht berücksichtigt. Weiter sind nur Treibstofftanks von Schiffen berücksichtigt, welche mit LNG angetrieben werden.

Als Auslöser der untersuchten Szenarien wurden nur Ursachen, die im direkten Zusammenhang mit dem Transport auf dem Rhein stehen, wie z.B. Kollision mit einem Schiff, Grundberührung und Kentern berücksichtigt. Externe Auslöser wie Flugzeugabstürze, Brückeneinsturz oder Einwirkungen durch Dritte sind nicht berücksichtigt.

### **2.3 Berücksichtigte Konsequenz**

Bei der Abschätzung des Ausmasses wurden Auswirkungen auf die Bevölkerung und auf das Oberflächengewässer (Rhein) berücksichtigt. Die möglichen Auswirkungen auf das Grundwasser (Trinkwasseraufbereitungsanlagen Hardwasser und Lange Erlen) wurden begründet nicht berücksichtigt.

Bei der Bevölkerung wurden neben der Arbeits- und Wohnbevölkerung auch die Freizeitbevölkerung, Rheinschwimmer und Fahrgastschiffe berücksichtigt.

## **3. Durchführung der Risikoermittlung**

Die Risikoermittlung 2016 ist rechtlich gesehen eine Ergänzung der Risikoermittlung 2002 nach wesentlichen Veränderungen der Verhältnisse gemäss Art. 8a StFV.

Die Inhaber des betroffenen Rheinabschnitts, die Tiefbauämter BL und BS haben für die Erstellung der Risikoermittlung die Firmen Risk&Safety AG und Nabla Ingenieure GmbH beauftragt. Unterstützt wurden die Ersteller durch eine Arbeitsgruppe, welche aus den Vertretern der Tiefbauämter BL und BS, des BAFU, des BAV, der Schweizerischen Rheinhäfen, des Sicherheitsinspektorat BL und der Kontrollstelle für Chemie- und Biosicherheit BS bestand. Für spezielle nautische Fragestellungen wurden von den Erstellern entsprechende Experten beigezogen.

Die Arbeiten an der Risikoermittlung 2016 wurden im November 2015 aufgenommen und am 30. Mai 2017 mit der Einreichung der Risikoermittlung bei den Vollzugstellen SIT und KCB beendet. Die eingereichte Risikoermittlung wurde am 20. September 2017 an einer gemeinsamen Sitzung von der Kommission für Risikobeurteilung (RISKO) und der Kommission zur Beurteilung von Risikoermittlungen (KOBRI) vorgestellt.

## **4. Ergebnis der Prüfung der Risikoermittlung**

### **4.1 Grunddaten**

#### **Transportdaten**

Die Angaben über die transportierten Mengen an Gefahrgut wurden bezüglich Mineralöl und Dünger aus den Statistiken der Jahre 2010 bis 2014 der Schweizerischen Rheinhäfen übernommen. Für die Festlegung der Gefahrguttransporte in Container wurden auf die Daten der Terminalbetreiber der Jahre 2010 bis 2014 zurückgegriffen. Diese wurden vom SIT und der KCB zur Verfügung gestellt.

Die Anzahl Schiffsbewegungen und die Art der Schiffe (Tankmotorschiff, Gütermotorschiff mit und ohne Container) wurden über die Meldedaten der Schiffe bei der Revierzentrale (Daten SRH) ermittelt. Betrachtet wurde bei dieser Auswertung die Jahre 2010 bis 2014.

Für die Risikobetrachtung bis 2025 wurden die Transportdaten an die erwarteten Veränderungen angepasst. Bei den Mineralölprodukten und den lose transportierten Gefahrgüter wurden für 2025 mit den gleichen Zahlen wie für 2015 gerechnet. Bei den Containern wurde der geplante Gateway Basel Nord berücksichtigt. Dies führte zu einer Erhöhung der Frachtmenge um 150'000 TEU<sup>1</sup> und einer gleichzeitigen Erhöhung des Gefahrgutanteils von aktuell 2% auf 13% aller Container. Dies bewirkte auch eine Erhöhung der Containerladung pro Schiff von 50 auf 200 TEU. Die Grundlage

<sup>1</sup> TEU = Twenty-foot Equivalent Unit, entspricht einen 20-Fuss-ISO-Container oder einem halben 40-Fuss-ISO-Container

für diese Anpassungen liefert der Kurzbericht für den Gateway Basel Nord. Der Anteil Gefahrgut am geplanten Transportaufkommen ist konservativ.

Weiter wurde der Gefahrstoff LNG für 2025 als transportiertes Gefahrgut mit 2 Fahrten pro Woche zum geplanten LNG-Speichertank im Auhafen Muttenz und als Treibstoff bei 1% von allen Tankmotorschiffen (TMS) berücksichtigt.

### **Personendaten**

Für die Wohn- und Arbeitsbevölkerung wurden die Angaben des Bundesamts für Statistik übernommen, wobei beim Novartis Campus pauschal 500 Personen pro Hektare verwendet wurde und beim Areal der F. Hoffmann-La Roche AG die Arbeitnehmer über das Areal verteilt wurden. Für den Betrachtungshorizont 2025 wurde bei der Wohn- und Arbeitsbevölkerung die Hafen- und Stadtentwicklung Kleinhüningen-Klybeck berücksichtigt.

Die Bevölkerung in Frankreich und Deutschland wurde anhand der öffentlich zugänglichen Daten, welche nicht die Genauigkeit und Aktualität der in der Schweiz verwendeten Daten haben, berücksichtigt.

Spezielle Objekte wie z.B. Hotels, Schulen, Restaurant wurden bis auf die Fahrgastschiffe in der Risikoermittlung nicht berücksichtigt.

Da keine Daten für die Nutzung des Rheinuferes und der Brücken durch die Bevölkerung und der Anzahl Rheinschwimmer vorhanden sind, wurde von Risk&Safety für die Berechnung der Freizeitbevölkerung und der Rheinschwimmer ein auf Annahmen basierendes Modell entworfen. Dieses wurde der Arbeitsgruppe detailliert vorgestellt und von der Arbeitsgruppe als plausibel beurteilt. In einer Sensitivitätsbetrachtung wurde die Freizeitbevölkerung und die Anzahl Rheinschwimmer ca. verdoppelt und es zeigte sich, dass die qualitative Aussage der Risikoermittlung sich nicht ändert.

Die Freizeitbevölkerung und die Rheinschwimmer wurden in der Berechnung des Ausmasses immer in der Form des Durchschnittswerts berücksichtigt. Dies führt zu einer Überschätzung des Ausmasses bei hohen Wahrscheinlichkeiten und zu einer Unterschätzung des Ausmasses bei den tiefen Wahrscheinlichkeiten.

### **Unfalldaten**

In der Risikoermittlung wurden die Unfallarten Kentern, Grundberührung, Schiffskollision, Kollision mit Brücke, Kollision im Bereich der Schleuse und Kollision im Hafen berücksichtigt. Für die Herleitung der Unfallraten wurden die von der Schifffahrtspolizei erfassten Unfälle auf dem in der Risikoermittlung betrachteten Rheinabschnitt zwischen 2010 und 2014 ausgewertet. Für die Unfallarten Schiffskollision, Kollision mit Brücke, Kollision im Bereich der Schleuse und Kollision im Hafen konnte direkt aus den Unfällen die Unfallrate berechnet werden.

Für Kentern und Grundberührung wurden im betrachteten Zeitraum (2010 bis 2014) keine Ereignisse gemeldet. Da Grundberührungen ausserhalb des betrachteten Zeitraums aber schon vorgekommen sind, wurde für die Berechnung der Unfallrate 1 Ereignis berücksichtigt. Da im betrachteten Rheinabschnitt noch nie ein Tankmotor- oder Gütermotorschiff gekentert ist, wurde eine Unfallrate eingesetzt, die 10-mal tiefer ist als die Unfallrate der Unfallart Grundberührung. Auch eine Reduktion um den Faktor 100 (wie es für den Synthesebericht bei den Umweltrisiken verwendet wurde) wäre gemäss Expertenschätzung, auf Grund der Strecke und den nach dem Unfall des Tankmotorschiffs „Waldhof“ erhöhten Anforderungen an die Stabilität der Schiffe, plausibel.

Alle Unfallraten wurden über Bayes'sche Netze (vereinfacht gesagt eine Kombination von Fehlerbaum- und Ereignisbaumanalyse) an die spezifischen Eigenschaften der Segmente angepasst.

## **4.2 Methodik allgemein**

Die für die Risikoermittlung verwendete Methode entspricht dem Stand der Technik und wurde im Bericht zur Risikoermittlung sehr transparent beschrieben. Die Programme (Riskcurves von TNO und MATLAB von MathWorks), welche für die Berechnung des Risikos verwendet wurden, sind kommerziell erhältlich. Somit ist eine Nachführung der Risikoermittlung jederzeit möglich.

Für die Risikoberechnung wurde in der Methode die Gegebenheiten des Rheins als Fliessgewässer und der dichten Bebauung des Rheinufers in der Stadt berücksichtigt. Zu den wichtigsten Anpassungen gegenüber der Risikoermittlung 2002 gehören die Festlegung der Lachengrösse an das Fliessverhalten des Rheins und die Beschränkung der Wohn- und Arbeitsbevölkerung auf ein 50 m breites Band entlang des Rheins. Die Beschränkung bei der Berücksichtigung der Wohn- und Arbeitsbevölkerung ist durch die dichte Bebauung des Rheinufers begründet. Es wird angenommen, dass Personen hinter der ersten Häuserreihe von Bränden auf dem Rhein geschützt sind oder genug Zeit haben zu fliehen.

## **4.3 Häufigkeitsabschätzung**

Die Herleitung der verschiedenen Häufigkeiten beruht auf Grund der sehr wenigen Ereignissen, welche auf dem Rhein vorkommen, auf einer sehr dünnen Datenlage oder nur auf Experten-schätzungen. Dadurch sind alle für die Risikoermittlung verwendeten Häufigkeiten mit einer relativ grossen Unsicherheit behaftet.

### **Unfallhäufigkeiten**

Die Häufigkeitsabschätzung der Unfallarten wurde nur auf Grund der Unfallzahlen auf dem betrachteten Rheinabschnitt in den Jahren 2010 bis 2014 durchgeführt. Falls für gewisse Unfallarten keine Daten vorhanden waren, wurden konservative Annahmen getroffen.

Beim Vergleich der Häufigkeiten der Unfallarten zwischen der Risikoermittlung 2002 und 2016 zeigt sich, dass die verwendeten Häufigkeiten unter der Berücksichtigung der Unsicherheit der Daten vergleichbar sind. Bei der Unfallart Grundberührung zeigt sich die Wirksamkeit der verbesserten Kontrolle der Schifffahrtsrinne durch die klare Verkleinerung der Unfallhäufigkeit. Die angenommenen Häufigkeiten für die Unfallarten sind somit plausibel.

### **Freisetzungswahrscheinlichkeit**

Die Werte für die mittlere Freisetzungswahrscheinlichkeit wurden von der Risikoermittlung 2002 übernommen und nochmals auf ihre Plausibilität geprüft. Im Gegensatz zu der Risikoermittlung 2002 wurde in der Risikoermittlung 2016 die Freisetzungswahrscheinlichkeit bei Berg- und Tal-fahrten unterschiedlich gewichtet. Dies führte zu höheren Freisetzungswahrscheinlichkeiten bei den Talfahrten und zu tieferen bei den Bergfahrten. Diese Modellierung wird begründet durch die unterschiedlichen Geschwindigkeiten, mit welchen die Unfälle stattfinden. Die unterschiedlichen Geschwindigkeiten führen ca. zu einem Faktor vier bei den auftretenden Verformungsenergien bei einer Kollision. Dieser Faktor vier wurde in der Risikoermittlung bei den Unfallarten Grundberührung und Kollision mit Brücke bei der Freisetzungswahrscheinlichkeit berücksichtigt.

Die Datengrundlage für die Festlegung der Häufigkeit der Unfallarten und der Freisetzungswahrscheinlichkeiten ist statistisch nicht sehr belastbar.

#### **4.4 Freisetzungsmengen**

##### **Mineralölprodukte (Leitstoffe Gasöl, Benzin und Benzol)**

Die Freisetzungsmengen für Mineralölprodukte (3, 30, 60 und 150 Tonnen) wurden aus der Risikoermittlung 2002 übernommen. Die grösste Freisetzungsmenge von 150 t entspricht ca. der Hälfte des maximalen Inhalts eines Lagertanks auf einem Tankmotorschiff. Tankmotorschiffe sind immer mit mehreren Tanks mit einem max. Volumen von 380 m<sup>3</sup> bei der Standardbauweise ausgerüstet. Die zugezogen Experten sahen eine Beschädigung von mehr als einem Tank als sehr unwahrscheinlich an. Weiter sagten Sie aus, dass ein komplettes Auslaufen eines Tanks auf Grund des Wasserdrucks nicht realistisch ist. Übereinstimmend mit den Aussagen der Experten empfiehlt die TNO in ihren Studien 30 t für kleine Freisetzungen und 60 t für grosse Freisetzungen.

##### **Container (Leitstoff ökotox. Stoffe)**

Bei den ökotox. Stoffen, transportiert in Containern, wurden 5 t (0.5 Container), 10 t (1 Container) und 20 t (2 Container) als Freisetzungsmengen festgelegt. Diese Annahmen sind schon auf Grund der relativ geringen transportierten Mengen an Containern mit ökotox. Stoffen eher konservativ.

##### **LNG**

Bis ins Jahr 2016 wurden noch keine Tankmotorschiffe für den Transport von LNG auf dem Rhein gebaut und somit sind auch keine verlässlichen Informationen zu Ladetankgrösse und Bauweise der Schiffe vorhanden.

Die EU hat ein grosses Interesse das LNG als Treibstoff und Transportgut auf dem Rhein eingesetzt wird und hat aus diesem Grund auch eine Risikostudie zum Transport von LNG auf dem Rhein erstellen lassen. Für die Risikoermittlung wurden die dort gemachten Annahmen bezüglich Freisetzungsmenge und Freisetzungsgeschwindigkeit übernommen.

#### **4.5 Szenarien**

In der Risikoermittlung sind alle relevanten Szenarien für die Personen- und die Umweltrisiken nachvollziehbar aus den Grunddaten (Transportdaten, Personendaten und Unfalldaten) abgeleitet und gut beschrieben worden. Die verwendeten Parameter sind entweder mit Daten hinterlegt, oder falls Annahmen getroffen werden mussten, sind diese mit einer Ausnahme nachvollziehbar und plausibel beschrieben.

Bei den Umweltszenarien mit aufschwimmenden Stoffen (Leitstoffe Benzin, Gasöl und Benzol) wurde für die Ausmassberechnung angenommen, dass bei der Schleuse Kembs diese Leitstoffe komplett aufgefangen werden könnten. Die Begründung, warum der Rückhalt bei der Schleuse Kembs viel besser als bei der Schleuse Birsfelden sein sollte, ist für uns nicht plausibel. Bei den Sensitivitätsbetrachtungen wurde ein Szenario gerechnet, bei welchem für die Schleuse Kembs die gleichen Eigenschaften angenommen wurden wie bei der Schleuse Birsfelden. Dabei wurden zwar deutlich höhere Umweltrisiken ausgewiesen, aber die qualitative Aussage hat sich nicht geändert.

## 5. Beurteilung der Tragbarkeit des Risikos

Die für die Risikoermittlung verwendeten Daten, Methoden und getroffenen Annahmen sind nachvollziehbar beschrieben und mehrheitlich plausibel. Bei umstrittenen Annahmen und Daten wurden Sensitivitätsberechnungen durchgeführt. Es zeigte sich, dass sich die qualitativen Aussagen der Risikoermittlung nicht ändern.

Somit erfüllt die Risikoermittlung die Anforderungen, dass die Vollzugsbehörde (Sicherheitsinspektorat BL und die Kontrollstelle für Chemie- und Biosicherheit BS) eine Beurteilung gemäss Art. 7 der Störfallverordnung vornehmen kann.

### 5.1 Risiken für die Bevölkerung

Die Risikoermittlung weist in allen Segmenten Personen-Risiken aus, welche sich im akzeptablen Bereich oder im Übergangsbereich der Beurteilungskriterien<sup>2</sup> bewegen. Die höchsten Risiken werden für den Betrachtungshorizont 2015 und 2025 in den Segmenten 1, 3, 4a und 5 ausgewiesen, aber die Risikokurven unterscheiden sich in den beiden Betrachtungshorizonten auf Grund von Umsetzungen von Sicherheitsmassnahmen und dem Transport von LNG wesentlich. Dadurch, dass ab 2019 nur noch Tankmotorschiffe mit Doppelhüllen auf dem Rhein fahren dürfen und die Fahrrinne vertieft wird, sinkt die Wahrscheinlichkeit der Szenarien und die Risikokurven verschieben sich nach unten im W/A-Diagramm. Der neue Leitstoff LNG führt zu Szenarien mit einem grösseren Ausmass von ca. 250 Todesopfern (Gaswolkenexplosion) als der Lachenbrand mit ca. 150 Todesopfern, dies führt bei den tiefen Wahrscheinlichkeiten zu einer Verschiebung der Risikokurven nach rechts (z.B. siehe Risikoermittlung Rhein 2016, S. 76, Abbildung 20). Die Einführung der Doppelhüllenpflicht hat noch einen weiteren Effekt auf die Risikokurven. Durch die Doppelhüllen nimmt die Freisetzungswahrscheinlichkeiten bei allen Unfallarten ausser bei der Unfallart Kentern stark ab. Das Kentern bestimmt somit im Betrachtungshorizont 2025 das Risiko. Bei den Brücken wird nur die Unfallart „Kollision mit einer Brücke“ betrachtet, welche ein Kentern eines Schiffs nicht berücksichtigt. Dies führt dazu, dass beim Betrachtungshorizont 2025 die höchsten Risiken nicht mehr wie bei der Risikoermittlung 2002 bei den Brücken ausgewiesen werden, sondern die Streckensegmente die höheren Risiken aufweisen. Unter der Berücksichtigung der verwendeten Grunddaten und Methodik beurteilen wir die in der Risikoermittlung für die Jahre 2015 und 2025 ausgewiesenen Personenrisiken als plausibel. Das Sicherheitsinspektorat BL, die Kontrollstelle für Chemie- und Biosicherheit BS, die KOBERRI BL und die RISKO BS beurteilen die Risiken nach einer Interessenabwägung als tragbar unter der Bedingung, dass die geplanten Massnahmen umgesetzt werden.

### 5.2 Risiken für die Umwelt

Die Risikoermittlung weist für die Segmente 1 bis 5 Umweltrisiken aus, welche sich im nicht akzeptablen Bereich der provisorischen Beurteilungskriterien<sup>2</sup> befinden. Diese Risiken sinken für den Betrachtungshorizont 2025 auf Grund der getroffenen Massnahmen (Doppelhüllenschiffe und tiefere Fahrrinne) sind aber weiterhin im nicht akzeptablen Bereich. Die Risiken werden durch die beiden in Tankmotorschiffen transportierten Leitstoffe Benzin/Gasöl und Benzol und speziell für den Betrachtungshorizont 2025 durch die Unfallart Kentern bestimmt. Da die Häufigkeit der Unfallart Kentern nicht durch Unfallzahlen belegt werden kann, wurde in einer Sensitivitätsbetrachtung die Unfallrate für das Kentern um den Faktor 10 reduziert (vgl. Abschnitt 4.1) und das Risiko für die Umwelt berechnet. Dies führte zu tieferen Risiken, welche aber immer noch im nicht akzeptablen Bereich liegen.

<sup>2</sup> Richtlinie „Beurteilungskriterien II zur Störfallverordnung StFV“ vom August 2001, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)

Unter der Berücksichtigung der verwendeten Grunddaten und Methodik beurteilen wir die in der Risikoermittlung für die Jahre 2015 und 2025 ausgewiesenen Umweltrisiken als plausibel. Das Sicherheitsinspektorat BL und die Kontrollstelle für Chemie- und Biosicherheit BS beurteilen die Risiken auf der Grundlage der provisorischen Beurteilungskriterien als untragbar.

## 6. Zusätzliche Massnahmen zur Verringerung des Risikos

Die Schweizerischen Rheinhäfen und die Zentralkommission für die Rheinschifffahrt (ZKR), welche für die Sicherheit der Schifffahrt auf dem Rhein zuständig sind, haben unabhängig von der Risikoermittlung Rhein 2016 Massnahmen beschlossen, welche die Sicherheit auf dem Rhein erhöhen aber in der Risikoermittlung nicht berücksichtigt wurden.

Die ZKR hat nach dem Kentern des Tankmotorschiffs „Waldhof“ die Anforderung an die Ausbildung der Schiffsführer im Bereich der Schiffsstabilität erhöht. Zudem muss für die Tankmotorschiffe des Typus N, C und G (alle Tankmotorschiffe, welche Gefahrgüter transportieren) ein Nachweis erbracht werden, dass die Schiffsstabilität bei verschiedenen Ladungssituationen gewährleistet ist. Dies wird zu einer Erneuerung und Erweiterung der Stabilitätshandbücher führen oder die Schiffe werden direkt mit einem Ladungsrechner zur Stabilitätsüberprüfung ausgerüstet. Bis ins Jahr 2019 müssen diese Massnahmen umgesetzt werden.

Die Schweizerischen Rheinhäfen haben Anfangs 2016 den im Kapitel 6.1 genauer beschriebenen umfangreichen Aktionsplan, welcher verschiedene Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit zusammenfasst, bekannt gegeben. Dieser wird in den nächsten Jahren von den Schweizerischen Rheinhäfen umgesetzt.

Neben den Massnahmen der Schweizerischen Rheinhäfen und der ZKR wurden von der Arbeitsgruppe der Risikoermittlung Rhein 2016 mit der Unterstützung der Risk&Safety AG weitere Massnahmen erarbeitet (siehe Kapitel 6.2 Von der Arbeitsgruppe vereinbarte Massnahmen), welche die SRH und die Tiefbauämter BL und BS umsetzen werden.

### 6.1 Aktionsplan der Schweizerischen Rheinhäfen<sup>3</sup>

**Aktion 1** (in Umsetzung): Erhöhung der Mindestfahrrinntiefe um 30 cm bei gleichwertigem Wasserstand GIW 2012<sup>4</sup>.

Diese Massnahme dient grundsätzlich der Kapazitätserweiterung für die Südhäfen (Birsfelden und Muttenz) und der Erhöhung der Transportkapazitäten. Die Südhäfen werden im Vergleich zu den Nordhäfen an den Tagen benachteiligt, wenn der Pegel Basel – Rheinhalle abladebestimmend ist. Diese Massnahme ist im Kontext des Klimawandels hinsichtlich der Förderung der Binnenschifffahrt von nationaler Bedeutung. Der Sicherheitsabstand wird dadurch grösser, wenn der Pegel Basel-Rheinhalle nicht abladebestimmend ist

Im Segment 4a wurde diese Massnahme im Zeithorizont 2025 bereits in der Risikoermittlung berücksichtigt.

**Aktion 2** (umgesetzt): Beschaffung eines neuen modernen und leistungsfähigen Schlepp- und Schubbootes (ab 1. Januar 2017 im Einsatz) und Integration der Schlepp- und Schubbootdienstleistungen in die SRH.

<sup>3</sup> Übernommen aus der Risikoermittlung Rhein 2016 Schlussfassung

<sup>4</sup> Der Gleichwertige Wasserstand (GIW) ist ein Bezugswasserstand, von dem aus die vorhandenen oder angestrebten Wassertiefen des Rheins ermittelt werden können und hat Bedeutung sowohl für die Wasserbauverwaltungen hinsichtlich des Unterhaltungs- und Ausbauziels, als auch für die Schifffahrt bei der Wahl der Abladetiefe.

Das Schlepp- und Schubboot kann bis zum höchst schiffbaren Pegelstand (Hochwassermarke II, Pegel Basel-Rheinhalle 790 cm) eingesetzt werden. Aufgrund der Länge des Bootes bleibt beim Schubeinsatz die Gesamtlänge (Länge Schlepp- und Schubboot und Länge Schub-leichter) unterhalb von 110 m. Das Schlepp- und Schubboot ist weiter mit einem Hydraulikkran ausgerüstet und kann auch bei Havarien eingesetzt werden.

Mit der Integration der Schlepp- und Schubbootdienstleistungen in die SRH können zudem die Aufsichtsbehörden Einfluss auf die Qualität des Unterhalts der Schlepp- und Schubboote nehmen.

**Aktion 3** (umgesetzt): Integration der Lotsendienstleistungen in die SRH.

Mit der Integration der Lotsendienstleistungen in die SRH kann die Ausbildung verbessert und die Kompetenz der Lotsen gestärkt werden. Die Aufsichtsbehörden (SRH) können zudem Einfluss auf die Qualität der Ausbildung des Lotsen nehmen.

Diese Massnahme verbessert somit die Qualität der Lotsendienstleistung insbesondere auch in Verbindung mit dem Schlepp- und Schubdienst.

**Aktion 4** (in Umsetzung): Revision der Verordnung des UVEK über die Inkraftsetzung der Schifffahrtspolizeiverordnung Basel-Rheinfelden 747.224.211.

Die Auflagen an überlange Schiffe (> 110 m Länge) sowie die Regelung der Lotsendienstleistung werden in die Verordnung aufgenommen. Weiter werden die Pflichten eines Ausgucks in der Berg- und Talfahrt beschrieben.

**Aktion 5** (Umsetzung 01.01.2018): Erweiterung der Betriebszeiten der Revierzentrale von Montag bis Sonntag 04.30 Uhr bis 22.00 Uhr zur Verbesserung der Verkehrsüberwachung.

**Aktion 6** (Umsetzung kurzfristig, 3 bis 5 Jahre): Förderung eines Kompetenzzentrums für die Rheinschifffahrt.

Die Schweizerischen Rheinhäfen möchten einen Beitrag für die Aus- und Weiterbildung von qualifiziertem Schiffpersonal leisten. Das Engagement soll ein Signal für die Weiterbildung von jungem Personal sein. Heute ist auf den Schiffen eine Überalterung des Personals festzustellen. Dies könnte mittelfristig für den Betrieb der Binnenschiffe zu einem grossen Problem werden. Mit dem Aufbau eines Kompetenzzentrums für die Rheinschifffahrt kann diesem Trend entgegengewirkt und das Ausbildungsniveau gestärkt werden.

Hinweis: Bereits heute besteht die Möglichkeit für Lotsen und Schiffführer, Notsituationen auf dem Rhein auf einem Simulator in Duisburg zu üben.

## 6.2 In der Arbeitsgruppe vereinbarte Massnahmen<sup>5</sup>

**Massnahme M1:** Verstärkte Einschränkung des Gefahrguttransportes während Grossanlässe wie z.B. Fasnachtsumzüge im Bereich des Rheinufer (Umsetzung kurzfristig).

Mit der Einschränkung des Gefahrguttransportes während Grossanlässen können Ereignisse mit grossem Schadenausmass grundsätzlich vermieden werden.

**Massnahme M2:** Regulierung der Durchfahrt von LNG-Transporten (Umsetzung kurzfristig resp. sobald LNG-Transporte durchgeführt werden).

Das Risiko für die Bevölkerung wird hauptsächlich durch die Risiken des LNG Transports dominiert. Mit einer Regulierung der Durchfahrt von LNG-Transporten wie z.B. mit einem Einbahnverkehr, können die Risiken von Schiffskollisionen eliminiert werden. Für die Festlegung der praktischen Umsetzung ist die Kenntnis des effektiven Verkehrsaufkommens der LNG Transporte notwendig.

**Massnahme M3:** Siedlungsentwicklung am Rhein unter Berücksichtigung von Vorsorgemassnahmen (Umsetzung langfristig).

Das Risiko ist sehr sensitiv bzgl. der Annahmen zur Belegung des Rheinufer und hinsichtlich der Ausgestaltung der näheren Umgebung. Siedlungsentwicklungen<sup>6</sup>, Überbauungen<sup>7</sup> oder generell Änderungen am Rheinufer (Allmend) sind unter Berücksichtigung von Vorsorgemassnahmen sowie Massnahmen zur Verkleinerung des Schadenausmasses und somit des Risikos vorzunehmen.

**Massnahme M4:** Einsatzplanung – Havariemanagement (Umsetzung kurzfristig).

Die bestehende Einsatzplanung sowie die Festlegungen zur Abwicklung von Havarien aller im Havariefall involvierten Stellen sind auf Vollständigkeit und insbesondere bzgl. der Elemente Evakuierung und Alarmierung / Warnung der Bevölkerung zu prüfen. Bei Bedarf sind die Dokumente der Einsatzplanung und die entsprechenden Ausbildungsunterlagen zu ergänzen.

Der Kanton Basel-Stadt hat bereits eine Analyse durchgeführt und eine Massnahmenliste "Defizite 67 aus der Gefahrenanalyse Basel-Stadt" erstellt und die Bearbeitung definiert.

## 6.3 Wirkung der Massnahmen

Für die Massnahmen des Aktionsplans der SRH und den von der Arbeitsgruppe vereinbarten Massnahmen, wurde von Experten eine Wirksamkeitsbeurteilung durchgeführt und der Einfluss auf die einzelnen Unfallarten sowie auf den Verlauf der Risikokurve im W/A-Diagramm berechnet. Es zeigte sich, dass durch die Massnahmen die Wahrscheinlichkeit einzelner Unfallarten um einige Prozent gesenkt werden kann aber keine entscheidende Senkung der Risikokurven im W/A-Diagramm erzielt wird. Z.B. wird mit der Massnahme M2 (Regulierung der Durchfahrt von LNG-Transporten) im Segment 4a die Wahrscheinlichkeit einer Schiffskollision um ca. 60% gesenkt. Der Einfluss auf das gesamte Risiko bleibt aber mit ca. -3% sehr klein. Detailliert sind die Wirkungen der einzelnen Massnahmen in der Risikoermittlung in der Tabelle 49 „Zusammenstellung der Wirkungen der einzelnen Massnahmen“ aufgeführt.

<sup>5</sup> Übernommen aus der Risikoermittlung Rhein 2016 Schlussfassung

<sup>6</sup> Art. 11a StFV

<sup>7</sup> Planungshilfe Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge, Bundesamt für Raumplanung et al. 2013, S. 22

## 7. Abschliessende Beurteilung

### Personenrisiken

Die Personenrisiken welche durch den Transport von gefährlichen Gütern auf dem Rhein entstehen liegen vor allem im akzeptablen Bereich oder maximal im Übergangsbereich und werden durch die geplanten Massnahmen noch gesenkt werden. Die Risiken werden aber auch nach der Umsetzung der Massnahmen teilweise im Übergangsbereich verbleiben.

In einer dadurch nötigen Interessenabwägung haben das Sicherheitsinspektorat BL, die Kontrollstelle für Chemie- und Biosicherheit BS, die KOBERI BL und die RISKO BS die nationalen und internationalen Interessen an der Nutzung des Rheins als Transportweg höher gewichtet als die daraus entstehenden Personenrisiken.

Die Personenrisiken, welche durch den Transport von gefährlichen Gütern auf dem Rhein entstehen, werden gemäss den Beurteilungskriterien als tragbar beurteilt.

### Umweltrisiken

Die Risiken für die Umwelt, welche durch den Transport von gefährlichen Gütern auf dem Rhein entstehen, liegen im nicht akzeptablen Bereich. In der Risikoermittlung wurde das Risiko mit der Berücksichtigung des grob abgeschätzten Einflusses der zusätzlichen Massnahmen neu berechnet und es zeigte sich, dass zusätzliche Massnahmen das Risiko nicht ausreichend senken werden.

Die Risiken für die Umwelt, welche durch den Transport von gefährlichen Gütern auf dem Rhein entstehen, werden gemäss den Beurteilungskriterien als untragbar beurteilt.

Gemäss Art. 8 der StFV müssen bei untragbaren Risiken zusätzliche Massnahmen angeordnet werden. Die Arbeitsgruppe und die beigezogenen Experten kamen zu Schluss, dass Verkehrsbeschränkung die einzige noch mögliche Massnahme wäre um das Risiko zu senken. Das Sicherheitsinspektorat BL und die Kontrollstelle für Chemie- und Biosicherheit BS verzichteten mit der Unterstützung der KOBERI BL und der RISKO BS aus folgenden Gründen auf eine zeitnahe Verfügung von weiteren Massnahmen:

- Eine Einschränkung des Transports von Gefahrgütern auf dem Rhein würde nur eine Verlagerung des Risikos auf andere Verkehrsträger (Bahn und Strasse) bewirken.
- Die Beurteilungskriterien für Umweltrisiken bei Verkehrswegen sind erst provisorisch festgelegt und werden aktuell überarbeitet. Das BAFU plant die definitiven Beurteilungskriterien 2018 zu veröffentlichen.
- Die Wirksamkeit der beschlossenen Massnahmen können nur abgeschätzt werden. Ihr Einfluss wird erst mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung messbar.

## 8. **Eigenverantwortung / Allg. Sicherheitsmassnahmen / Informationspflicht**

Der Verkehrsweg Rhein bleibt der StFV unterstellt. Wir machen deshalb das Tiefbauamt auf die **Eigenverantwortung** aufmerksam. Der Inhaber muss mit allen notwendigen Mitteln dafür sorgen, dass die Bevölkerung und die Umwelt vor Schädigungen geschützt sind.

Gemäss Art. 3 StFV muss der Inhaber des Verkehrswegs die Grundsätze der Vorsorge berücksichtigen. Insbesondere sind beim Treffen der **allgemeinen Sicherheitsmassnahmen** die in Anhang 2.3 StFV genannten Grundsätze zu berücksichtigen.

Im Weiteren gilt für alle der StFV unterstellten Objekte die **Informationspflicht** gegenüber der Vollzugsbehörde (SIT und KCB). Dies gilt insbesondere falls

- eine sicherheitsrelevante Änderung der Verhältnisse geplant wird resp. eintritt oder
- risikorelevante neue Erkenntnisse vorliegen.