

# Arealentwicklung Rotkreuz

Risikobericht zur Arealentwicklung Bahnhof Rotkreuz Süd  
06.05.2022



## **Projektteam**

Simon Ambühl  
Linda Ammann  
Lukas Vonbach

EBP Schweiz AG  
Mühlebachstrasse 11  
8032 Zürich  
Schweiz  
Telefon +41 44 395 16 16  
info@ebp.ch  
www.ebp.ch

Druck: 06. Mai 2022  
20220506\_Risikobericht\_Rotkreuz.docx  
Projektnummer: 218092.00

# Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage	1
2.	Aufgabenstellung	2
3.	Abgrenzungen	2
4.	Projektbeschrieb	3
4.1	Standort	3
4.2	Projektelemente und Etappierung	3
4.3	Personenaufkommen	4
5.	Störfallrelevante Anlagen	4
6.	Methodisches Vorgehen	5
7.	Datengrundlagen	6
7.1	Eisenbahnlinie	6
7.2	Personenexposition	7
8.	Ergebnisse	8
8.1	Risiken Tankanlagen Rotkreuz	8
8.2	Risiken Eisenbahnlinie	8
8.3	Risiken Eisenbahnlinie (aktualisierte Gesamtsicht)	11
9.	Folgerungen	13
10.	Massnahmen	13
11.	Literatur	16

## Anhang

A1	Eingabeparameter Screeningtool TgG 2.1	17
A2	Aktualisierte Annahmen für die künftige Risikosituation (Gesamtsicht)	21
A3	Entwicklungen im Nahbereich	26
A4	Wirkungen von Störfallereignissen	27
A5	Schulen als empfindliche Nutzungen	30

# 1. Ausgangslage

Die SBB und die Gemeinde Risch planen, das Areal Bahnhof Süd im Ortsteil Rotkreuz zu entwickeln und einen regionalen Mobilitätshub zu schaffen. Für das Gebiet südlich des Bahnhofs wurde daher durch die SBB und die Gemeinde Risch ein städtebauliches Konkurrenzverfahren durchgeführt.

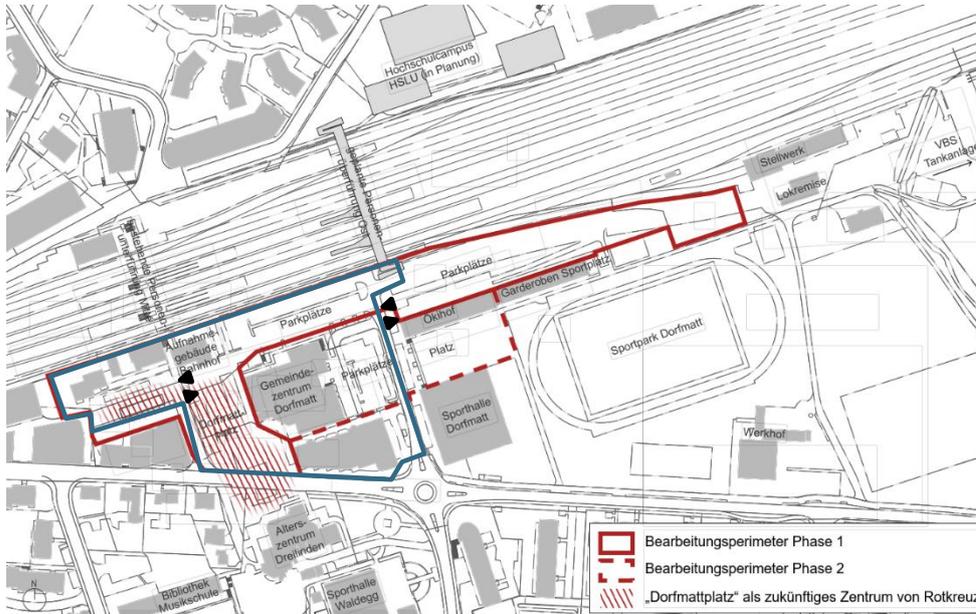


Abbildung 1: Betrachtungsperimeter Konkurrenzverfahren (rot) und Perimeter Bebauungsplan (blau)

Im Verlauf der weiteren Planung wurde es für sinnvoller erachtet, den Prozess in einen Teil West (für den vorliegenden Bebauungsplan) und in einen Teil Ost (mit einem grösseren zeitlichen Realisierungshorizont) aufzuteilen. Zudem zeigte sich, dass auch das Areal des heutigen Gemeindehauses und der Post zusammen mit dem Dorfmatplatz in den Bebauungsplanperimeter einfließen müssen.

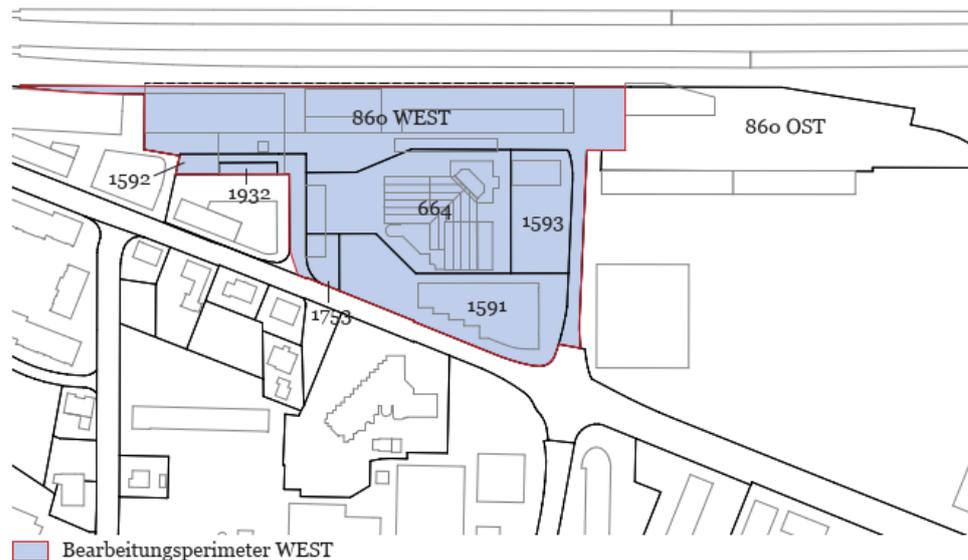


Abbildung 2: Bereitungsperimeter West und Ost.

Auf den Gleisen durch den Bahnhof Rotkreuz werden derzeit pro Jahr rund 3.1 Mio. Tonnen Gefahrgüter transportiert. Die damit verbundenen Risiken liegen gemäss Screening 2014 im Bereich der Unerheblichkeitslinie. Die Umsetzung des Bebauungsplans führt aufgrund der Zunahme der Anzahl Personen in Gleisnähe zu einer Erhöhung der Risiken.

Der Arealteil Ost der SBB liegt zusätzlich im Konsultationsbereich des östlich an das Areal angrenzenden Tanklagers. Auf diesem Arealteil plant der Kanton Zug eine Mittelschule. Hinzu kommen weitere geplante Entwicklungsvorhaben im Nahbereich (z. B. Suurstoffi Ost), welche ebenfalls einen Einfluss auf die Störfallrisiken aufweisen.

Die SBB haben eine erste Einschätzung zum Einfluss der Projektvorhaben auf die Störfallrisiken der Bahnlinie vorgenommen [1]. Die Entwicklungsvorhaben werden als risikorelevant eingestuft. Eine Änderung der Beurteilung der Störfallrisiken durch die Behörden wird jedoch auch unter Berücksichtigung des Projekts nicht erwartet.

Aufgrund der Situation ist für den Bebauungsplan eine Koordination zwischen der Raumplanung und der Störfallvorsorge gemäss der Planungshilfe des Bundesamts für Raumentwicklung ARE [2] erforderlich. Massgebende Grundlage ist Artikel 11a der Störfallverordnung (StFV) und die Planungshilfe «Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge» des Bundesamtes für Raumentwicklung ARE vom Oktober 2013.<sup>1</sup>

## 2. Aufgabenstellung

Die Aufgabe besteht darin, auf der Basis der erwähnten Grundlagen einen Risikobericht auszuarbeiten. Im Risikobericht sind die künftige Risikosituation für die Bahnlinie wie auch für das nahegelegene Tanklager aufzuzeigen und an den Projekten umsetzbare, tragbare und verhältnismässige Massnahmen zur Minderung der Störfallrisiken aufzuführen. Massgebend ist dabei der Zustand nach der Realisierung der Arealentwicklungen (prognostizierter Zustand in Bezug zum Gefahrguttransport, zum Bahnbetrieb und zur Umgebung).

Im Fokus des vorliegenden Risikoberichts steht die geplante Entwicklung auf dem Areal West. Hinweise zu risikomindernden Massnahmen an den Entwicklungsvorhaben beziehen sich daher ausschliesslich auf das Areal West. Im Sinne eines generellen Überblicks werden jedoch bei der Abschätzung der künftigen Risikosituation auch die weiteren im Nahbereich vorgesehenen Arealentwicklungen berücksichtigt (Darstellung der künftigen Risikosituation unter Einbezug aller vorgesehenen Entwicklungen im Nahbereich).

## 3. Abgrenzungen

Der vorliegende Risikobericht bezieht sich auf die geplanten Entwicklungen im Zeitraum der kommenden 10 bis 15 Jahre. Dies beinhaltet Entwicklungen

---

<sup>1</sup> Die Planungshilfe des ARE vom Oktober 2013 ist derzeit in Überarbeitung (vgl. [9]).

auf dem Areal im Eigentum der SBB wie auch die geplanten Entwicklungen auf dem unmittelbar südlich angrenzenden Areal der Gemeinde (Teil West und Teil Ost).

## 4. Projektbeschreibung

### 4.1 Standort

Das Areal Bahnhof Süd Rotkreuz liegt ungefähr in der Mitte des Gebiets der Gemeinde Risch-Rotkreuz. Der Perimeter für den Bebauungsplan umfasst die Parzellen Kat. Nr. 664, 1591, 1593, 1753, 1932 sowie Teile der Parzellen 860 und 1592. Im Norden grenzt der Perimeter direkt an die Bahnlinie. Im Süden wird das Areal von der Buonaserstrasse und im Osten von der Dorfmatthstrasse begrenzt. Östlich des Perimeters befinden sich Park + Ride (P+R) Parkplätze der SBB sowie die Sporthalle Dorfmatth mit Aussensportplätzen und der Ökihof. Weiter östlich der Sportplätze befindet sich eine Tankanlage des VBS. Im Westen grenzt der Perimeter an den bestehenden Bebauungsplan Geschäftsdorf Kern Süd, welcher im Rahmen eines separaten Verfahrens angepasst wird.

### 4.2 Projektelemente und Etappierung

Anhand der Eigentumsverhältnisse der Parzellen kann der Perimeter des Bebauungsplans in die folgenden Projektelemente geteilt werden:



Abbildung 3: Bebauungsplan Bahnhof Süd mit Baubereichen (rot), Dorfmatthplatz (grün) und Umgebungsbereichen (beige)

— **Baufelder A-C:** Umfasst im Wesentlichen die Parzelle der SBB und im Südwesten Miteigentümerschaften der Alfred Müller AG und der Gemeinde Risch. Für die Baufelder A-C wurde bereits ein städtebaulicher Studienauftrag sowie ein Richtprojekt erarbeitet. Aktuell befinden sich in diesem Bereich eine P+R Anlage der SBB sowie Gebäude der Bahnhofsnutzung.

- **Baufeld D:** Umfasst die Parzelle der Gemeinde Risch. Aktuell befinden sich auf diesem Bereich das Gemeindezentrum Dorfmat, oberirdische Parkplätze, sowie die Zufahrt zur bestehenden Tiefgarage des Dorfmatzentrums. Für diesen Bereich wurde ebenfalls bereits ein Richtprojekt erarbeitet.
- **Baufeld E:** Umfasst die Parzelle des heutigen Postgebäudes mit Wohnnutzungen im Miteigentum (diverse Parteien). Für diesen Bereich existiert noch kein Richtprojekt oder Studienauftrag.
- **Dorfmatplatz:** Der Dorfmatplatz umfasst die Parzelle 1753 sowie Teile der Parzellen 664 und 1591. Er ist bereits heute als Platz vorhanden und soll auch zukünftig unbebaut erhalten und verkehrsfrei gestaltet werden.

### 4.3 Personenaufkommen

Im Reglement zum Bebauungsplan sind für die einzelnen Baufelder die folgenden Geschossflächen aufgeführt:

Baufeld	aGf Wohnen [m <sup>2</sup> ]	aGf maximal [m <sup>2</sup> ]
A	0	6'600
B1 + B2	7'500	9'600
C	5000 / 0 <sup>2</sup>	7'000 / 10'200 <sup>2</sup>
D	6'300	12'600
E	3'200	6'300
Total	22'000	42'100 / 45'300

Tabelle 1: Anrechenbare Geschossflächen je Baufeld.

Die Risikoberechnungen werden für den gesamten Perimeter (Teil West und Teil Ost) durchgeführt. Dabei wird davon ausgegangen, dass im Teil Ost eine Mittelschule realisiert wird. Für die Umrechnung von Geschossflächen in Personen wird von mittleren Dichten je Nutzung ausgegangen.<sup>3</sup> Die daraus resultierenden Annahmen zum Personenaufkommen je Baufeld und für die Mittelschule sind im Anhang A3 zusammengestellt.<sup>4</sup>

## 5. Störfallrelevante Anlagen

Das zu entwickelnde Areal liegt in der unmittelbaren Nähe zu zwei störfallrelevanten Anlagen. Es sind dies die nördlich liegende Eisenbahnlinie (Gefahrguttransport) und die östlich angrenzende Tankanlage Rotkreuz.

2 Wird im Baufeld C keine Wohnnutzung realisiert, so erhöht sich die zulässige maximale aGf für Baufeld C auf 10'200 m<sup>2</sup>.

3 Wohnen = 40m<sup>2</sup>/Pers., Dienstleistung/Arbeit (nicht publikumsintensiv) = 10m<sup>2</sup>/Pers. (publikumsintensiv) = 5m<sup>2</sup>/Pers.

4 Im Risikobericht vom 08. Mai 2020 wurde für den Perimeter Teil Ost ein Personenaufkommen von 410 Personen angenommen (200 Personen Wohnen, 210 Personen Dienstleistung). Im vorliegenden Risikobericht wurden diese Personen durch das Personenaufkommen der Mittelschule (800 Schüler, 50 Lehrkräfte/Arbeitsplätze) ersetzt.

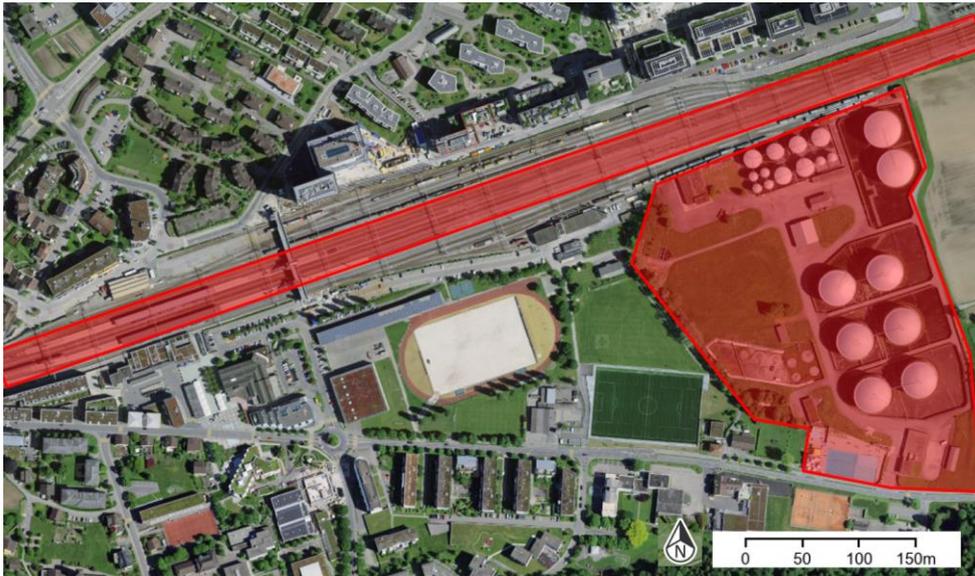


Abbildung 4: Lage der störfallrelevanten Anlagen im Nahbereich des Areals.

## 6. Methodisches Vorgehen

Für die Tankanlage Rotkreuz besteht eine Risikoermittlung, welche die Wirkbereiche von Störfallereignissen beinhaltet [3]. Daraus wird abgeleitet, ob die geplanten Entwicklungsvorhaben einen Einfluss auf die Störfallrisiken der Tankanlage haben und wie bedeutend dieser Einfluss ist.

Für die Untersuchung der Risiken der Gefahrguttransporte auf der Eisenbahnlinie wird die in der Schweiz etablierte Screening-Methodik verwendet [4] [5]. Dabei werden die Risiken des Streckensegmentes X143 mit einer Länge von 1 Kilometer als massgebend angenommen.

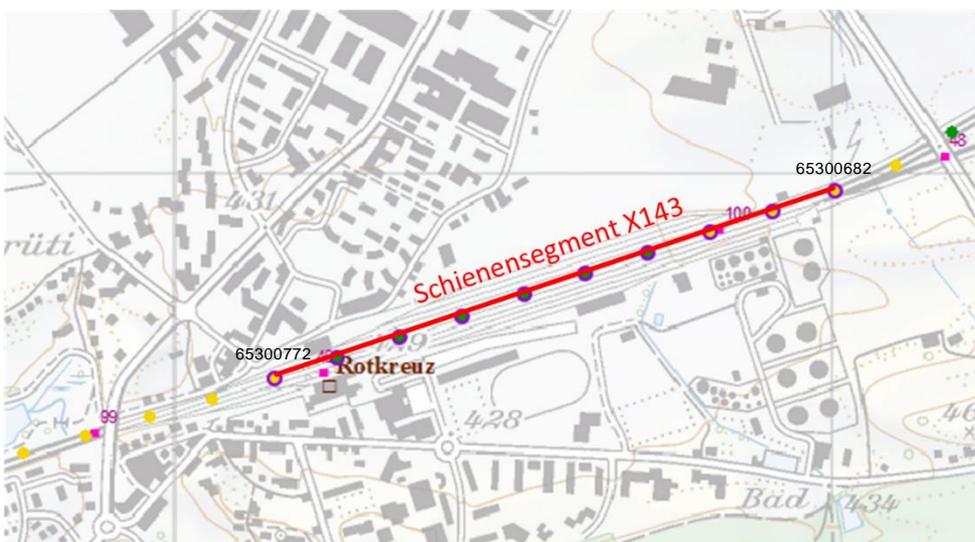


Abbildung 5: Lage des Streckensegmentes X143.

## 7. Datengrundlagen

Für die Tankanlage wird von der bestehenden Situation, wie sie in der Risikoermittlung beschrieben ist, ausgegangen. Es wird angenommen, dass sich in Bezug auf das Gefahrenpotenzial in Zukunft keine Änderungen ergeben.

Beim Gefahrguttransport und beim Bahnbetrieb auf der Eisenbahnlinie wird auch bei der Bevölkerung in der Umgebung von einer sich ändernden Entwicklung für die Zukunft ausgegangen. Die wesentlichen Entwicklungen hierzu werden nachfolgend zusammengefasst.

### 7.1 Eisenbahnlinie

#### Gefahrgutaufkommen

Die für den aktuellen Zustand zur Verfügung stehenden Gefahrgut-Transportdaten stammen aus dem Jahr 2013 (detaillierte Erfassung der transportierten Gefahrgutmengen pro Strecke durch die SBB).

Im Jahr 2013 wurden auf der Bahnlinie entlang des zu untersuchenden Areals insgesamt rund 3'100'000 Tonnen Gefahrgüter transportiert. Auf die betrachteten Leitstoffe entfallen die folgenden Mengen:<sup>5</sup>

Leitstoff	Transportmenge (Tonnen/Jahr)	Volle Kesselwagen (Anzahl)
Benzin	727'100	12'118
Propan	181'300	4'533
Chlor	1'600	27

Tabelle 2: Transportmenge im Jahr 2013.

Gemäss den SBB sind Prognosen zum Gefahrgutaufkommen mit sehr grossen Unsicherheiten verbunden. Für die Transportmenge um 2035 wird daher angenommen, dass der Gefahrguttransport sich im gleichen Masse verändert wie der allgemeine Gütertransport (vgl. Tabelle 3). Entsprechend wird für 2035 eine um rund 20% höhere Gefahrguttransportmenge angenommen.

#### Bahnbetrieb

Gemäss den SBB<sup>6</sup> ist beim Bahnhof Rotkreuz (Segment X143) von den folgenden Zugzahlen auszugehen:

Segment X143	Jahr 2017 (Anzahl / Tag)	Jahr 2035 (Anzahl / Tag)
Fernverkehrszüge	235	165
Regionalzüge/Tag	288	441
Güterzüge/Tag	171	385

Tabelle 3: Aktuelle und für das Jahr 2035 prognostizierte Zugzahlen Bahnhof Rotkreuz.

<sup>5</sup> Gewichtete Nettotonnagen, da Unterschiede im Gefahrenpotenzial bei einzelnen Leitstoffen über Gewichtungsfaktoren berücksichtigt werden.

<sup>6</sup> Daten von SBB (Denise Egli, Netzplanerin SBB AG)

### **Besetzung der Reisezüge**

Die Besetzung der Reisezüge entspricht gemäss den SBB<sup>7</sup> in etwa dem schweizweiten Mittelwert von 120 Personen pro Zug. Es ist nicht mit einer wesentlichen Zunahme zu rechnen. Die Zunahme der Reisenden wird über die grössere Anzahl der Züge aufgefangen.

### **Bahninfrastruktur**

Mit dem Ausbauschnitt 2030/35 planen die SBB den Ausbau des Bahnhofs Rotkreuz. Die derzeitige Planung sieht einen neuen Mittelperron (Gleis 4/5) sowie einen zusätzlichen Aussenperron vor. Ebenfalls angepasst werden die Gleislagen und Spurwechsel, was zu einer Veränderung der Anzahl Weichen auf dem Abschnitt führt. Entsprechend wird für den künftigen Zustand eine Zunahme der Weichendichte für die betroffenen Abschnitte angenommen.

### **Reisende auf Perrons**

Die SBB<sup>8</sup> gehen für den Bahnhof Rotkreuz bis 2038 von einer Zunahme des Personenaufkommens (Reisende, Bahnhofbesucher) um 82% gegenüber heute aus. Die entsprechende Zunahme wird bei der Annahme der Personendichte auf Perrons und im Bahnhof berücksichtigt.

### **Geschwindigkeiten**

Eine Änderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit für Güterzüge auf dem Abschnitt von derzeit 80 km/h ist nicht vorgesehen.

### **Aktualisierte Annahmen für die künftige Risikosituation (Gesamtsicht)**

Wie eingangs erwähnt, sind im Bereich des Bahnhofs Rotkreuz neben dem Entwicklungsvorhaben der SBB auf dem Areal West weitere Entwicklungsvorhaben vorgesehen. Für die Interessenabwägung und die Massnahmenplanung werden daher zusätzlich die künftig zu erwartenden Risiken inkl. der Berücksichtigung aller im Bereich des Bahnhofs Rotkreuz geplanten Entwicklungsvorhaben (insb. Mittelschule auf dem Areal Ost) dargestellt. Die Datengrundlagen hierzu stützen sich auf den Risikobericht, welcher im Jahr 2021 für den Kanton Zug im Zusammenhang mit dem Mittelschulstandort Rotkreuz erstellt wurde. Da diese Berechnungen zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt wurden, stützen sich diese teilweise auf neuere Daten in Bezug auf die transportierte Gefahrgutmenge, die Anzahl der Reisezüge, deren Besetzung, etc. Die konkreten Annahmen für die einzelnen Parameter sind im Anhang A2 aufgeführt.

## 7.2 Personenexposition

### **Areal West und Umgebung**

Für die Personenexposition in der Umgebung wird die Arbeits- und Wohnbevölkerung gemäss den Daten des Screenings berücksichtigt. Im Screening 2014 ist die Wohnbevölkerung auf Basis der Volkszählung 2012 und die Anzahl Arbeitsplätze auf der Basis der Betriebszählung 2011 enthalten. Zusätzlich wurden die neuen Wohngebiete nördlich der Bahnlinie (Surstoffi

---

7 Auskunft von Denise Egli, Netzplanerin SBB AG (E-Mail vom 23. April 2017)

8 Auskunft (per Mail am 11. April 2018 und 23. April 2018) von Denise Egli, Infrastrukturplanung Region Mitte, SBB AG, E-Mail: [denise.egli2@sbb.ch](mailto:denise.egli2@sbb.ch), Tel.: 0041 79 150 20 90

West und Ost) auf der Basis der Risikoermittlung Tankanlagen Rotkreuz [3] berücksichtigt.

Die Bevölkerung und die Anzahl Arbeitsplätze im Kanton Zug sind zunehmend. Gemäss Statistik für den Kanton Zug [6] hat die Bevölkerung im Kanton von Jahr 2000 bis 2016 im Durchschnitt um rund 1'540 Personen pro Jahr zugenommen, was einer mittleren Zunahme von rund 1% pro Jahr entspricht. Für das Jahr 2035 wird daher eine pauschale Zunahme der Bevölkerung und der Arbeitsplätze von rund 20% angenommen.

#### **Areal Ost (Mittelschule) und naheliegende Entwicklungsvorhaben**

Zur Darstellung der künftigen Risikosituation inkl. sämtlicher in der Umgebung vorgesehenen Entwicklungsvorhaben (Gesamtsicht inkl. Mittelschule auf dem Areal Ost) werden die mit diesen Entwicklungen verbundenen Personenzahlen berücksichtigt. Eine Übersicht der relevanten Entwicklungsvorhaben sowie der Annahmen zu den Personen finden sich im Anhang A3.

#### **Baufeld D (Gemeindesaal)**

Auf dem Baufeld D des BBP befindet sich heute der Dorfmatssaal. Dieser wird auch künftig an dieser Lage angeordnet sein. Nach Einschätzung der Gemeinde finden mehrmals pro Woche Veranstaltungen mit 50 bis maximal 350 Personen statt. Für die Risikoberechnungen wird angenommen, dass immer am Abend und an Wochenenden 250 Personen anwesend sind (Präsenzfaktoren analog zu Wohnbevölkerung).

## **8. Ergebnisse**

### **8.1 Risiken Tankanlagen Rotkreuz**

Der Teil Ost des betrachteten Perimeters grenzt östlich unmittelbar an das Areal der Tankanlage. Gemäss der Risikoermittlung Tankanlagen Rotkreuz [3] ist in einer Distanz von rund 100 m nicht mehr von letalen Einwirkungen auf Personen im Freien auszugehen. Druckwirkungen, welche zu Glasbruch und auch zu Schäden an Gebäuden führen, können bis rund 200 m ab Areal des Tanklagers auftreten und somit auch indirekt Personen gefährden. Die detaillierten Darstellungen der Einwirkungen und der massgebenden Distanzen finden sich in [3].

Unter der Voraussetzung, dass bei der Planung und Entwicklung des Teils Ost diese Aspekte berücksichtigt werden (vgl. Kapitel zu den Massnahmen), ist nicht von einem bedeutenden Einfluss des Entwicklungsvorhabens auf die Risiken der Tankanlagen Rotkreuz auszugehen. Dabei wird vorausgesetzt, dass im unmittelbaren Nahbereich zur Arealgrenze des Tanklagers (Bereich der letalen Wirkungen) keine Gebäude erstellt werden.

### **8.2 Risiken Eisenbahnlinie**

Die Risiken werden für den massgebenden Indikator «Todesopfer» in Form von Risiko-Summenkurven für die drei Leitstoffe Benzin, Propan und Chlor sowie als Gesamtsummenkurve für die drei Leitstoffe dargestellt und anhand der Beurteilungskriterien zur Störfallverordnung [7] [8] beurteilt. Aus der Risiko-Summenkurve lässt sich ableiten, wie häufig (y-Achse) ein vorgegebenes Schadenausmass (x-Achse) erreicht oder überschritten wird. Die

Risikosummenkurven sind, wie dies für die Beurteilung der Risiken üblich ist, auf eine Streckenlänge von 100 m normiert.

**Aktuelle Risiken**

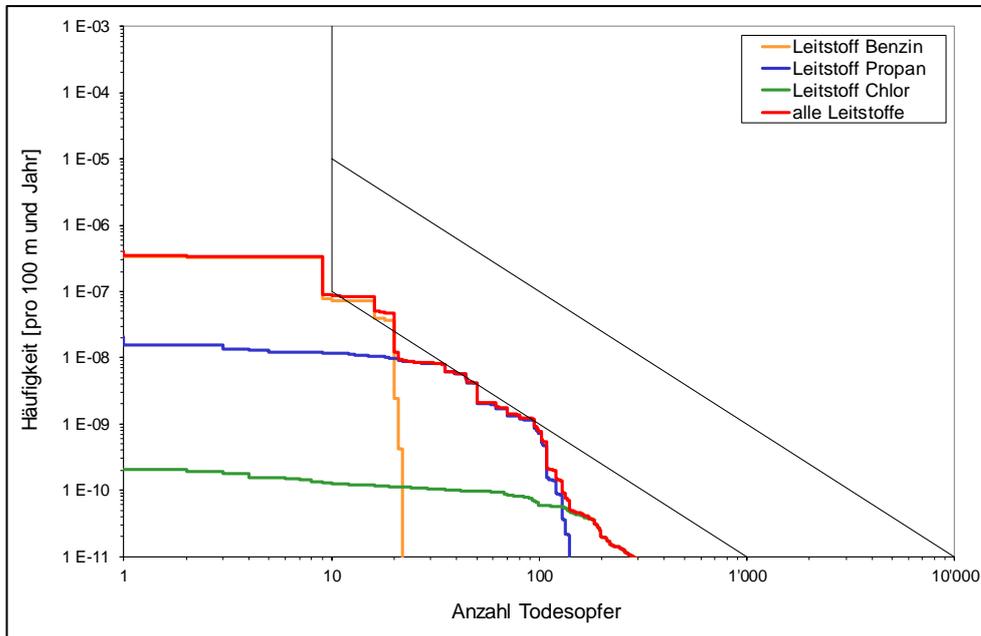


Abbildung 6: Aktuelle Risiken für das Segment X143.

**Aktuelle Risiken mit Projekt Areal Süd**

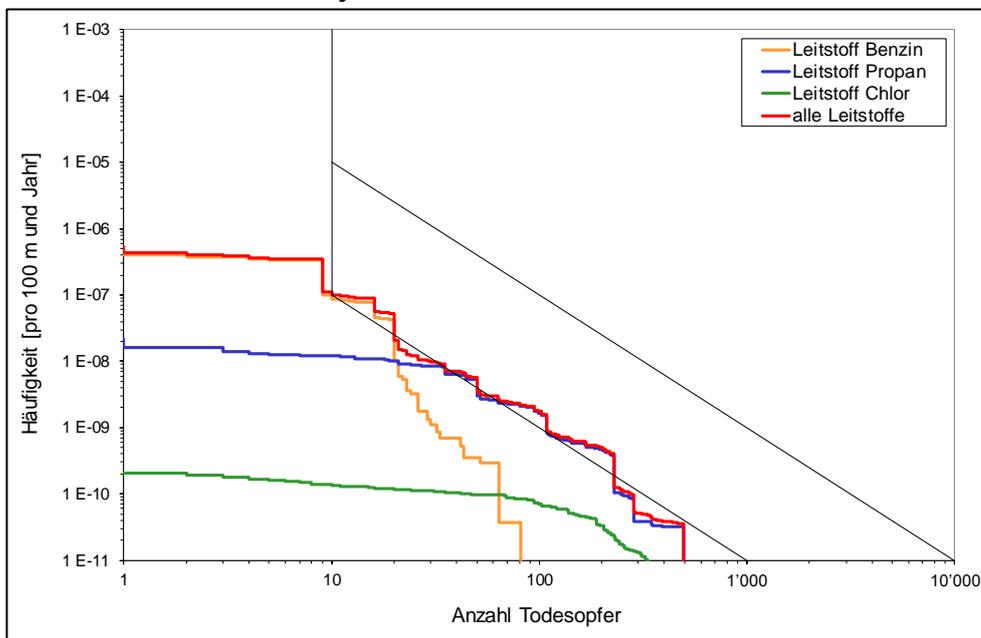


Abbildung 7: Aktuelle Risiken mit Projekt Areal Süd (fiktive Situation mit Projekteinfluss).

### Künftige Risiken ohne Projekt Areal Süd

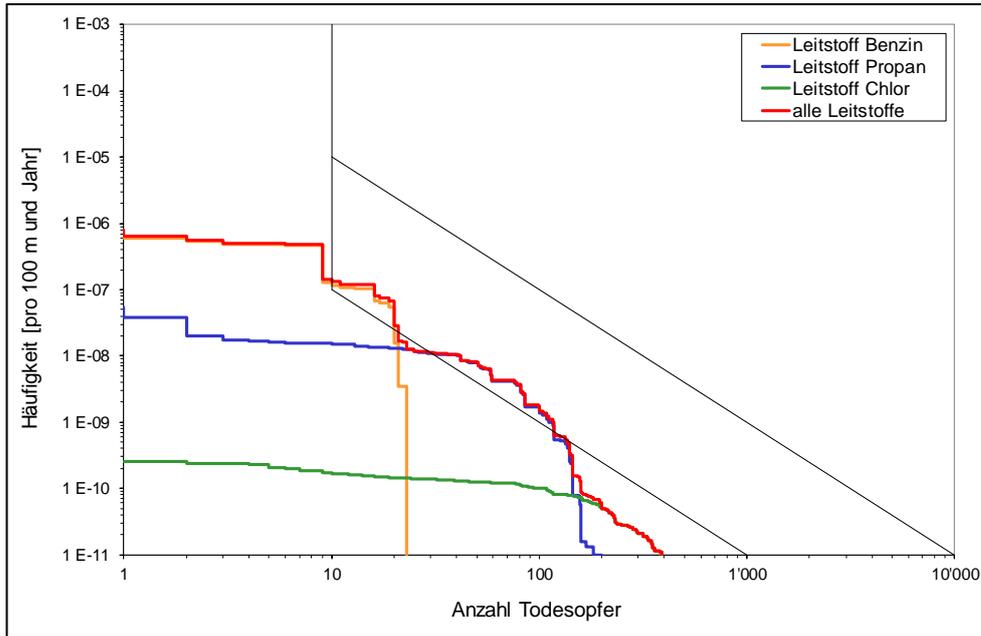


Abbildung 8: Künftige Risiken (2035) ohne Projekt Areal Süd (Einfluss Bahn und Umgebung).

### Künftige Risiken (2035) mit Projekt Areal Süd

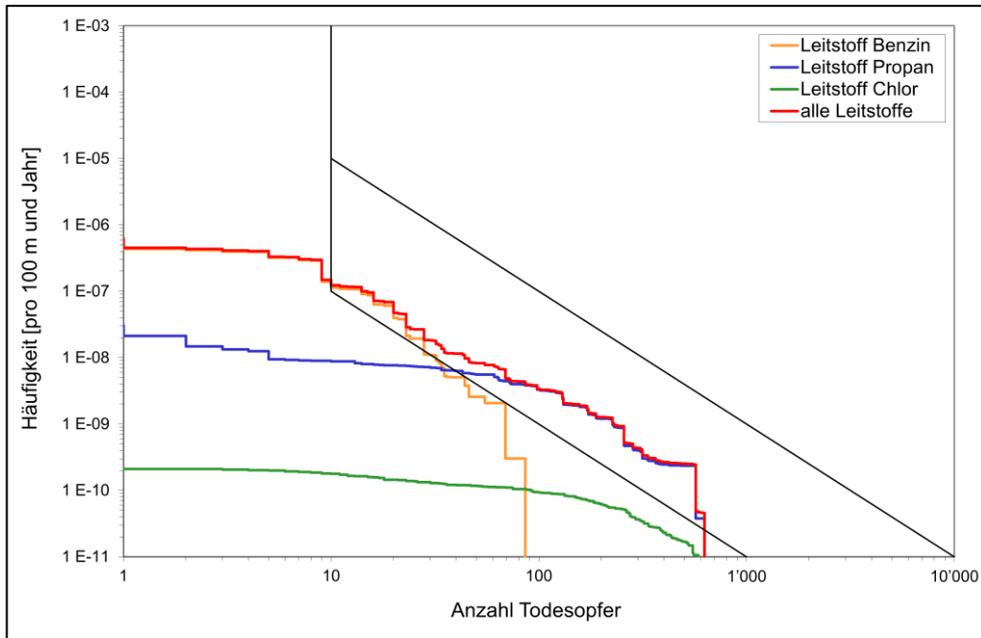


Abbildung 9: Künftige Risiken (2035) mit Projekt Areal Süd und weiteren Entwicklungen.

### Übersicht zu den Risiken

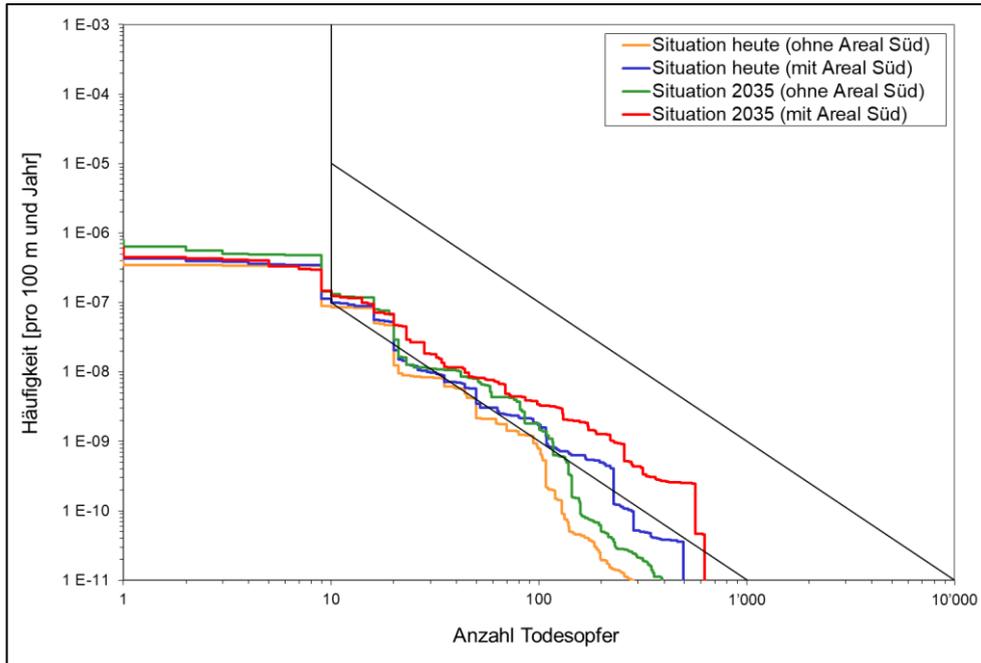


Abbildung 10: Übersicht zu den untersuchten Risikosituationen.

### Sensitivität der Segmentlänge

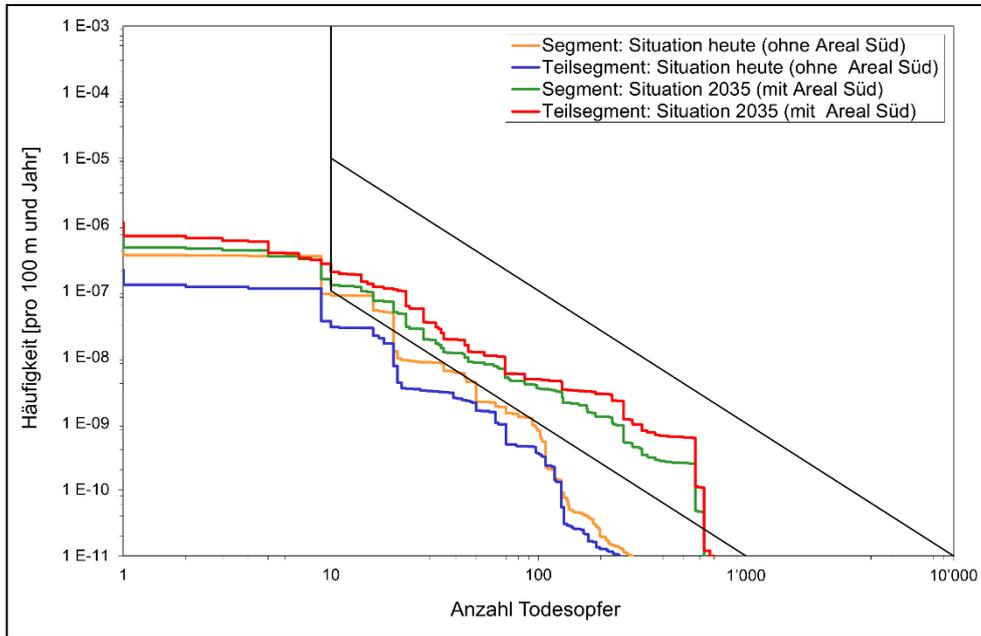


Abbildung 11: Risiken für das 600 m Teilsegment entlang des Projektperimeters Areal Süd.

## 8.3 Risiken Eisenbahnlinie (aktualisierte Gesamtansicht)

In den nachfolgenden Abbildungen sind die künftig zu erwartenden Risiken für das Segment X143 dargestellt. Grundlage hierfür sind die aktualisierten

Annahmen in Bezug zur Infrastruktur, zum Bahnbetrieb (vgl. Anhang A2) und zur Umgebung (vgl. Anhang A3).

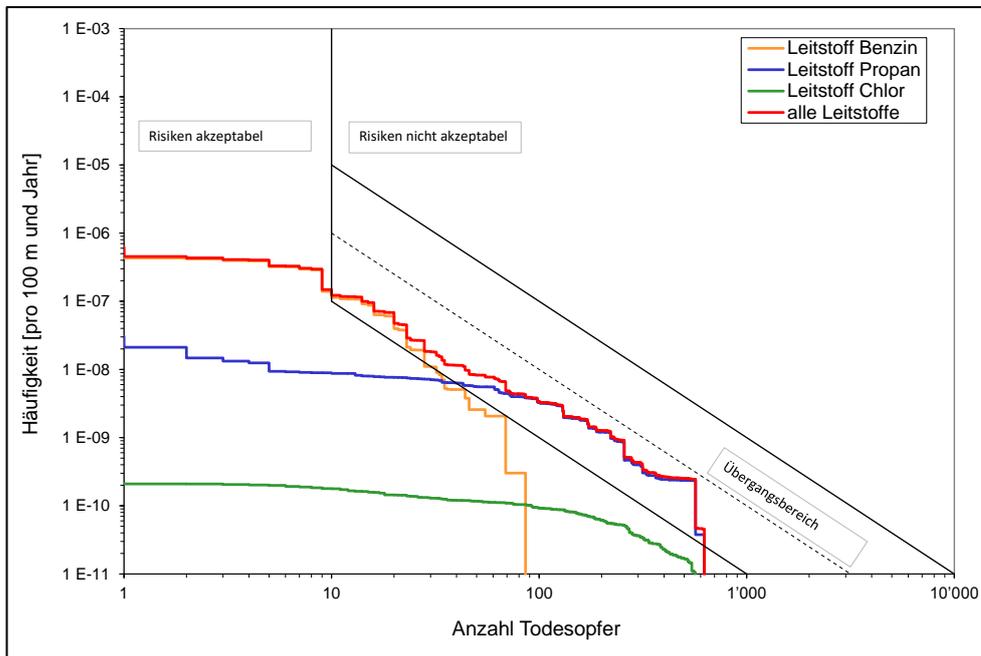


Abbildung 12: Risiken 2030 Segment X143 mit Mittelschule und weiteren Entwicklungsvorhaben.

## 9. Folgerungen

Aus der Untersuchung der Risiken können die folgenden Folgerungen abgeleitet werden:

- Unter der Voraussetzung, dass im unmittelbaren Nahbereich zur Tankanlage (Bereich mit letalen Wirkungen, ca. 100m ab Arealgrenze Tanklager) keine Gebäude erstellt werden, so ist nicht mit einem bedeutenden Einfluss auf die Risiken zu rechnen. Zur Minderung der Risiken werden einzelne Massnahmen zur Prüfung empfohlen (vgl. nachfolgendes Kapitel).
- Die Risiken der Eisenbahnlinie liegen heute im unteren Übergangsbereich. Die Entwicklungen auf Seite der Bahn und die geplante Arealentwicklung südlich der Bahnlinie führen dazu, dass die Risiken bis in den mittleren Übergangsbereich gelangen. Massgebende Ursache ist die geplante Arealentwicklung. Die Entwicklungen auf Seite der Bahn führen ebenfalls zu einer Zunahme der Risiken, deren Einfluss ist jedoch nicht so bedeutend wie die Arealentwicklung.
- Die Risiken der Eisenbahnlinie liegen auch dann maximal in der Mitte des Übergangsbereichs resp. knapp noch im unteren Übergangsbereich, wenn alle bekannten Entwicklungsvorhaben im Bereich des Bahnhofs Rotkreuz inkl. der geplanten Mittelschule umgesetzt werden. Massgebend hierfür ist insbesondere auch der Umstand, dass die transportierte Gefahrgutmenge auf der Linie gemäss den aktualisierten Daten 2018 im Vergleich zu den Daten 2013 deutlich abgenommen haben. Für die Situation um 2030 wird daher von einer vergleichbaren Transportmenge wie 2018 ausgegangen.
- Da die Risiken im Übergangsbereich liegen, nimmt die Vollzugsbehörde eine Interessenabwägung nach Artikel 7 Absatz 2 Buchstabe a StFV vor. Bei der Interessenabwägung werden die privaten und öffentlichen Interessen des Projektvorhabens und das Schutzbedürfnis der Bevölkerung beurteilt. In der bisherigen Praxis werden Risiken im Übergangsbereich in der Regel als tragbar beurteilt, wenn hinreichende, risikomindernde Massnahmen am Projekt umgesetzt werden (vgl. nachfolgendes Kapitel).
- In der weiteren Arealplanung sind daher Massnahmen am Projekt zur Minderung der Risiken zu prüfen und, falls diese verhältnismässig sind, umzusetzen. Diesbezügliche Ansätze sind im folgenden Kapitel in allgemeiner Form aufgeführt.

## 10. Massnahmen

Für das geplante Entwicklungsvorhaben können die folgenden, generellen Massnahmen zur Prüfung, Präzisierung und wenn möglich zur Umsetzung empfohlen werden:

- Verzicht auf attraktive Aussenflächen für grosse Personenansammlungen näher als ca. 100 m zur Arealgrenze der Tankanlage Rotkreuz.

- Verzicht auf empfindliche Aussenflächen (z. B. Spielplätze) näher als ca. 100 m zur Arealgrenze der Tankanlage Rotkreuz.
- Empfindliche Aussenflächen (z. B. Spielplätze) möglichst an geschützten Orten vorsehen. Geschützt sind Orte, die keine direkte Sicht auf die Bahnlinie aufweisen oder in ausreichender Entfernung (mehr als ca. 50 m) zur Bahnlinie liegen.
- Für Fassaden von Gebäuden oder Teilen von Gebäuden, die näher als 200 m zur Tankanlage Rotkreuz liegen, ist zu prüfen, ob ein minimaler Splitterschutz im Falle von Druckeinwirkungen möglich ist (z. B. möglichst kleine Fensterflächen für Ostfassaden).
- Die Anordnung von empfindlichen Einrichtungen wie Spitäler, Altersheime, Gefängnisse, Kindergärten oder Schulen<sup>9</sup> wird im Konsultationsbereich (Abstand von 100 m zur Bahnlinie) gemäss [9] ausdrücklich nicht empfohlen. Aus den Modellrechnungen im Anhang A4 kann abgeleitet werden, dass der Einfluss auf die Risiken insbesondere bei einer Anordnung im unmittelbaren Nahbereich relevant ist. Als unmittelbarer Nahbereich gilt die Zone, in welcher bei einem Lachenbrand mit relevanten Hitzeabstrahlungen zu rechnen ist. Ab einer Distanz von ca. 30 m bis 50 m nehmen diese Einwirkungen stark ab. Insbesondere dann, wenn die Anordnung nicht in der ersten Gebäudereihe zur Bahnlinie erfolgt. Bei sehr grossen Ereignissen wie beispielsweise bei einem Feuerball resp. BLEVE, sind die Wirkungen bis in mehrere hundert Meter sehr gross. Personen in einer Entfernung zur Bahnlinie von 50 m wie auch von 100 m und darüber hinaus sind hohen Letalitäten ausgesetzt. Der Unterschied zwischen der Distanz von 50 m oder 100 m ist für derartige Ereignisse untergeordnet. Die pauschale Aussage in [9], wonach empfindliche Einrichtungen im Konsultationsbereich ausdrücklich nicht empfohlen werden, kann daher in Bezug zum Abstand präzisiert werden. Der Einfluss auf die Risiken ist dann bedeutend, wenn die Einrichtung im unmittelbaren Nahbereich und insbesondere in der ersten Gebäudereihe erfolgt. Eine Anordnung ausserhalb des Nahbereichs weist einen deutlich geringeren Einfluss auf die Risiken auf. Diese Differenzierung in den Nahbereich und weiter entfernte Bereiche lässt sich auch aus den Modellannahmen im Screening ableiten.<sup>10</sup>
- Aussenflächen mit personenintensiver Nutzung wie beispielsweise Spielplätze, grosse Balkone, Terrassen und Gehwege sind möglichst nicht an Orten mit direkter Sicht auf die Bahngleise anzuordnen.<sup>11</sup>
- Fluchtwege sind wenn möglich so anzuordnen und auszugestalten, dass sie auch im Falle eines Brandereignisses bei der Tankanlage Rotkreuz oder auf der Bahnlinie eine sichere Evakuierung des Gebäudekomplexes gewährleisten.

---

9 Eine Einschätzung, ob eine Mittelschule zu Schulen im Sinne der hier relevanten Kriterien gilt, findet sich im Anhang A5.

10 In der Methodik des Screenings [5] sind die Letalitäten für die Abstandsbereiche 0 -50 m, 50 – 250 m, 250 – 500 m und 500 – 2'500 m relevant.

11 Ausgenommen dazu sind Anlagen, die funktional mit dem Bahnhof verbunden sind (z. B. Bahnzugänge).

- Bei einem Brandereignis (z. B. Benzinbrand) auf der Bahnlinie ist von bedeutenden Hitzeeinwirkungen auf die Fassaden und die Tragkonstruktion für Gebäude direkt an der Bahnlinie auszugehen. Die Fassaden und die Tragkonstruktionen sind wenn möglich so auszugestalten, dass sie diesen auftretenden Hitzeeinwirkungen so lange standhalten können, wie für eine Evakuierung des Gebäudekomplexes notwendig ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Wohnnutzungen und insbesondere Schlafzimmer eine längere Zeit für die Evakuierung als z. B. Büronutzungen erfordern.
- Die Anordnung der Aussenluftzufuhr auf der von der Bahnlinie abgewandten Gebäudeseite und möglichst hoch über dem Boden ist zu bevorzugen.
- Für Gebäude direkt an der Bahnlinie ist, wenn möglich darauf zu verzichten, sensible Nutzungen wie z. B. Schlafräume von Wohnungen direkt an der Fassade zur Bahnlinie anzuordnen. Ausnahmen sind Fassaden, welche weiter als rund 50 m entfernt zur Bahnlinie liegen oder auch Fassaden in grosser Höhe (>20 m). Falls nicht darauf verzichtet werden kann, sind hitzeresistente Fassaden und geeignete Fluchtwege zur Risikominderung zu prüfen (siehe Punkte weiter oben zu Fluchtwegen, Fassaden und Tragkonstruktion).

## 11. Literatur

- [1] Schweizerische Bundesbahnen SBB. SBB Infrastruktur. Rotkreuz Arealentwicklung / Beurteilung Störfall. 25.04.2017.
- [2] Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Verkehr BAV, Bundesamt für Energie BFE, Bundesamt für Strassen ASTRA. Planungshilfe. Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge. Oktober 2013.
- [3] Armasuisse Immobilien: Tankanlagen Rotkreuz. Risikoermittlung nach Störfallverordnung unter Berücksichtigung verschiedener Belegungsvarianten und des Bebauungsplans «Suerstoffi Ost». 25. September 2014 (INTERN).
- [4] Bundesamt für Verkehr BAV. Risiken für die Bevölkerung beim Transport gefährlicher Güter auf der Bahn. Aktualisierte netzweite Abschätzung der Risiken 2014 (Screening Personenrisiken 2014). Februar 2015.
- [5] Bundesamt für Verkehr BAV. Risiken für die Bevölkerung beim Transport gefährlicher Güter auf der Bahn. Methodik und Datenaufbereitung Screening Personenrisiken 2014 (Methodikbericht Screening Personenrisiken 2014). Februar 2015.
- [6] Zuger Kantonalbank. Der Kanton Zug in Zahlen. Ausgabe 2017
- [7] Schweizerische Eidgenossenschaft. Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV) vom 27. Februar 1991 (Stand am 1. August 2019). SR 814.012.
- [8] Bundesamt für Umwelt BAFU. Umwelt-Vollzug. Beurteilungskriterien zur Störfallverordnung (StFV). Ein Modul des Handbuchs zur Störfallverordnung (StFV). 2018.
- [9] Bundesamt für Raumentwicklung ARE et al. Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge. November 2020. ENTWURF.
- [10] Bundesamt für Verkehr BAV: Risiken für die Bevölkerung und die Umwelt beim Transport gefährlicher Güter auf der Bahn. Aktualisierte netzweite Abschätzung der Risiken 2018. 01. April 2020.
- [11] The Netherlands Organisation of Applied Scientific Research (TNO) EFFECTS Version 10.
- [12] The Netherlands Organisation of Applied Scientific Research (TNO) Methods for the calculation of physical effects, CPR 14E. 2005.
- [13] The Netherlands Organisation of Applied Scientific Research (TNO) Methods for the determination of possible damage, CPR 16E. 2005.
- [14] Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Verkehr BAV, Bundesamt für Energie BFE, Bundesamt für Strassen ASTRA. Planungshilfe. Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge. November 2020 (ENTWURF).

# A1 Eingabeparameter Screeningtool TgG 2.1

## A1.1 Gefahrgutmengen

Identifikation	Gefahrgutmengen Personenrisiken				
Nr. Subelement	Gefahrgutmenge LS Benzin	Gefahrgutmenge LS Propan	Gefahrgutmenge LS Chlor	Anteil Chlor in neuen Kesselwagen	Skalierungsfaktor Gefahrgutmenge
Nr. Subelement	LS Benzin	LS Propan	LS Chlor	Anteil neue KW	Faktor Gefahrgut
-	t/Jahr	t/Jahr	t/Jahr	-	-
65300682	727'053	181'247	1'584	1.00	1.00
65300692	727'053	181'247	1'584	1.00	1.00
65300702	727'053	181'247	1'584	1.00	1.00
65300712	727'053	181'247	1'584	1.00	1.00
65300722	727'053	181'247	1'584	1.00	1.00
65300732	727'053	181'247	1'584	1.00	1.00
65300742	727'053	181'247	1'584	1.00	1.00
65300752	727'053	181'247	1'584	1.00	1.00
65300762	727'053	181'247	1'584	1.00	1.00
65300772	741'610	181'281	1'584	1.00	1.00

Tabelle 4: Jährliche Transportmengen an Gefahrgut (Situation heute).

Identifikation	Gefahrgutmengen Personenrisiken				
Nr. Subelement	Gefahrgutmenge LS Benzin	Gefahrgutmenge LS Propan	Gefahrgutmenge LS Chlor	Anteil Chlor in neuen Kesselwagen	Skalierungsfaktor Gefahrgutmenge
Nr. Subelement	LS Benzin	LS Propan	LS Chlor	Anteil neue KW	Faktor Gefahrgut
-	t/Jahr	t/Jahr	t/Jahr	-	-
65300682	867'361	216'224	1'890	1.00	1.00
65300692	867'361	216'224	1'890	1.00	1.00
65300702	867'361	216'224	1'890	1.00	1.00
65300712	867'361	216'224	1'890	1.00	1.00
65300722	867'361	216'224	1'890	1.00	1.00
65300732	867'361	216'224	1'890	1.00	1.00
65300742	867'361	216'224	1'890	1.00	1.00
65300752	867'361	216'224	1'890	1.00	1.00
65300762	867'361	216'224	1'890	1.00	1.00
65300772	884'728	216'265	1'890	1.00	1.00

Tabelle 5: Jährliche Transportmengen an Gefahrgut (Situation 2035-2038).

## A1.2 Personendichte ausserhalb Bahnareal

Identifikation	Dichte Personen ausserhalb Bahnareal			
Nr. Subelement	Anwohnerdichte 0 - 50 m	Anwohnerdichte 50 - 250 m	Anwohnerdichte 250 - 500 m	Anwohnerdichte 500 - 2500 m
Nr. Subelement	Anwohner 0-50m	Anwohner 50-250m	Anwohner 250-500m	Anwohner 500-2'500m
-	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2
65300682	0	3'661	762	555
65300692	0	5'092	528	544
65300702	0	5'092	1'351	519
65300712	0	4'488	2'462	490
65300722	0	3'893	3'340	472
65300732	0	4'062	4'414	434
65300742	0	4'513	6'424	400
65300752	0	4'720	6'157	375
65300762	0	6'104	5'995	368
65300772	0	6'788	6'299	357

Tabelle 6: Personendichte Anwohner Segment X143 (heutige Situation ohne Projekt).

Identifikation	Dichte Personen ausserhalb Bahnareal			
Nr. Subelement	Anwohnerdichte 0 50 m	Anwohnerdichte 50 - 250 m	Anwohnerdichte 250 - 500 m	Anwohnerdichte 500 - 2500 m
Nr. Subelement	Anwohner 0-50m	Anwohner 50-250m	Anwohner 250-500m	Anwohner 500-2'500m
-	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2
65300682	0	3'256	1'937	729
65300692	0	3'994	2'015	717
65300702	0	6'012	2'514	681
65300712	0	6'758	3'906	628
65300722	0	6'613	5'080	592
65300732	0	7'128	6'920	520
65300742	0	9'255	7'184	495
65300752	7'958	10'635	7'693	466
65300762	12'096	11'095	8'016	453
65300772	0	11'219	8'548	440

Tabelle 7: Personendichte Anwohner Segment X143 (Situation 2035 mit Projekt).

### A1.3 Dichte Arbeitsplätze ausserhalb Bahnareal

Identifikation		Dichte Arbeitsplätze ausserhalb Bahnareal			
Nr. Subelement	Arbeitsplatz- dichte 0 - 50 m	Arbeitsplatz- dichte 50 - 250 m	Arbeitsplatz- dichte 250 - 500 m	Arbeitsplatz- dichte 500 - 2500 m	
Nr. Subelement	Arbeitsplätze 0-50m	Arbeitsplätze 50-250m	Arbeitsplätze 250-500m	Arbeitsplätze 500-2'500m	
-	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2	
65300682	0	863	1'295	536	
65300692	0	1'922	2'036	501	
65300702	0	2'973	1'975	492	
65300712	0	3'511	2'554	469	
65300722	0	4'374	3'378	433	
65300732	0	4'386	4'036	414	
65300742	0	3'413	4'077	420	
65300752	0	3'111	3'572	440	
65300762	0	2'711	3'686	441	
65300772	0	2'906	2'540	475	

Tabelle 8: Arbeitsplatzdichte Segment X143 (heutige Situation ohne Projekt).

Identifikation		Dichte Arbeitsplätze ausserhalb Bahnareal			
Nr. Subelement	Arbeitsplatz- dichte 0 - 50 m	Arbeitsplatz- dichte 50 - 250 m	Arbeitsplatz- dichte 250 - 500 m	Arbeitsplatz- dichte 500 - 2500 m	
Nr. Subelement	Arbeitsplätze 0-50m	Arbeitsplätze 50-250m	Arbeitsplätze 250-500m	Arbeitsplätze 500-2'500m	
-	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2	
65300682	0	6'220	4'379	944	
65300692	0	10'620	5'349	870	
65300702	0	13'712	5'320	840	
65300712	0	18'476	6'303	762	
65300722	0	18'671	10'237	635	
65300732	21'645	21'886	9'865	615	
65300742	21'645	26'407	7'597	635	
65300752	5'730	26'326	5'378	707	
65300762	63'025	19'125	5'958	738	
65300772	9'931	16'327	5'891	790	

Tabelle 9: Arbeitsplatzdichte Segment X143 (Zustand 2035 mit Projekt).



## A2 Aktualisierte Annahmen für die künftige Risikosituation (Gesamtsicht)

### A2.1 Datengrundlagen

#### Gefahrgutaufkommen

Die für den aktuellen Zustand zur Verfügung stehenden Gefahrgut-Transportdaten stammen aus dem Jahr 2018 (detaillierte Erfassung der transportierten Gefahrgutmengen pro Strecke durch die SBB) [10].

Im Jahr 2018 wurden auf der Bahnlinie entlang des zu untersuchenden Areals (Bahnhof Rotkreuz) insgesamt rund 2'700'000 Tonnen Gefahrgüter transportiert. Auf die betrachteten Leitstoffe entfallen die folgenden Mengen:<sup>12</sup>

Leitstoff	Transportmenge (Tonnen/Jahr)	Volle Kesselwagen (Anzahl/Jahr)	Ganzzüge <sup>13</sup> (Anzahl/Jahr)
Benzin	584'500	9'742	278
Propan	149'500	3'738	107
Chlor	2'100	35	1

Tabelle 10: Transportmenge im Jahr 2018 gemäss den Daten der SBB.

Im Hinblick auf die Abschätzung der künftigen Transportmengen sind in der nachfolgenden Tabelle die Transportmengen für die beiden Jahre 2013 und 2018 sowie die prozentuale Änderung dargestellt.

	Transportmenge 2013 (Tonnen/Jahr)	Transportmenge 2018 (Tonnen/Jahr)	Änderung 2013 → 2018 (%)
Gefahrgut	3'100'000	2'700'000	-13
LS Benzin	727'100	584'500	-20
LS Propan	181'300	149'500	-18
LS Chlor	1'600	2'100	+31

Tabelle 11: Vergleich der Transportmenge 2013 und 2018 (Total Gefahrgut und je Leitstoff).

Im Jahr 2018 wurde auf der Linie im Vergleich zum Jahr 2013 deutlich weniger Gefahrgut transportiert. Dies trifft insbesondere auf die Transportmengen der Leitstoffe Benzin und Propan zu. Einzige Ausnahme sind Transporte des Leitstoffs Chlor, welche zugenommen haben. Die absolute Transportmenge des Leitstoffs Chlor ist jedoch sehr gering.

Gemäss den SBB sind Prognosen zum Gefahrgutaufkommen mit sehr grossen Unsicherheiten verbunden. Für den künftigen Zustand werden daher die letztbekanntesten Transportmengen aus dem Jahre 2018 angenommen. Das heisst, es wird weder eine weitere Abnahme noch eine Zunahme des Gefahrguttransports angenommen. Um den Einfluss der Transportmenge auf

<sup>12</sup> Gewichtete Nettotonnagen, da Unterschiede im Gefahrenpotenzial bei einzelnen Leitstoffen über Gewichtungsfaktoren berücksichtigt werden.

<sup>13</sup> Annahme: Güterzuglänge = 700 m, Wagenlänge = 20 m, Anzahl = 35 Wagen/Güterzug.

die Risiken darzustellen, werden in einer Sensitivitätsanalyse die Risiken mit unterschiedlichen Entwicklungen beim Gefahrguttransport dargestellt.

**Bahnbetrieb**

Für die Anzahl der Reise- und Güterzüge liegen von den SBB Infrastruktur / Netzplanung effektive Daten aus dem Jahr 2017 sowie prognostizierte Verkehrsdaten für das Jahr 2035 für den Abschnitt Bahnhof Rotkreuz vor.

Segment X143	Jahr 2017 (Anzahl / Tag)	Jahr 2035 (Anzahl / Tag)
Fernverkehrszüge	235	165
Regionalzüge/Tag	288	441
Güterzüge/Tag	171	385

Tabelle 12: Zugzahlen 2017 (effektiv) und 2035 (Prognose) für den Bahnhof Rotkreuz.

**Besetzung der Reisezüge**

Die Besetzung der Reisezüge entspricht gemäss SBB Infrastruktur / Netzplanung in etwa dem schweizweiten Mittelwert von 120 Personen pro Zug. Es ist nicht mit einer wesentlichen Zunahme zu rechnen. Die Zunahme der Reisenden wird über die grössere Anzahl der Züge aufgefangen.

**Bahninfrastruktur**

Mit dem Ausbauschritt 2030/2035 planen die SBB den Ausbau des Bahnhofs Rotkreuz. Die derzeitige Planung sieht einen neuen Mittelperron (Gleis 4/5) sowie einen zusätzlichen Aussenperron vor. Ebenfalls angepasst werden die Gleislage und Spurwechsel, was zu einer Veränderung der Anzahl Weichen auf dem Abschnitt führt. Weichen beeinflussen die Häufigkeit von Entgleisungen in starkem Masse. Auf Abschnitten mit Weichen ist die Häufigkeit von Entgleisungen deutlich höher als auf Abschnitten ohne Weichen. In der nachfolgenden Abbildung ist die aktuelle und die künftig geplante Weichensituation dargestellt.

Subelement	Kilometrierung	Weichen 2020 [Anzahl]	Weichen 2030/2035 [Anzahl]
65300682	100.2	>2	>2
65300692	100.1	>2	>2
65300702	100.0	>2	>2
65300712	99.9	0	1-2
65300722	99.8	0	1-2
65300732	99.7	0	0
65300742	99.6	0	0
65300752	99.5	0	0
65300762	99.4	0	1-2
65300772	99.3	0	>2

Tabelle 13: Änderung der Weichensituation aufgrund des Ausbaus Schritts 2030/2035.

Der Projektperimeter für die geplante Mittelschule liegt im Bereich der Kilometrierung 99.5 – 99.8. Auf diesem Abschnitt ändert die Weichensituation lediglich geringfügig.

**Reisende auf Perrons**

Für den Bahnhof Rotkreuz gehen die SBB Infrastruktur / Netzplanung von einer Zunahme des Personenaufkommens (Reisende, Bahnhofbesucher) bis 2038 um 82% gegenüber heute aus. Die entsprechende Zunahme wird bei der Annahme der Personendichte auf Perrons und im Bahnhof berücksichtigt.

**Geschwindigkeiten**

Die Höchstgeschwindigkeit für Güterzüge auf dem Abschnitt Bahnhof Rotkreuz beträgt derzeit 80 km/h. Dieser Wert wird auch für den künftigen Zustand übernommen.

**A2.2 Eingabeparameter Screeningtool TgG 2.1**

**Gefahrgutmengen**

Identifikation	Relevanzkriterium	Gefahrgutmengen Personenrisiken				
Nr. Subelement	Gefahrgutmenge total	Gefahrgutmenge LS Benzin	Gefahrgutmenge LS Propan	Gefahrgutmenge LS Chlor	Anteil UN 1017 am LS Chlor	Skalierungsfaktor Gefahrgutmenge
Nr. Subelement	Gefahrgut total	LS Benzin	LS Propan	LS Chlor	Anteil neue KW (veralteter Name)	Faktor Gefahrgut
-	t/Jahr	t/Jahr	t/Jahr	t/Jahr	-	-
65300682	2'716'272	584'517	149'450	2'098	5%	1.00
65300692	2'716'272	584'517	149'450	2'098	5%	1.00
65300702	2'716'272	584'517	149'450	2'098	5%	1.00
65300712	2'716'272	584'517	149'450	2'098	5%	1.00
65300722	2'716'272	584'517	149'450	2'098	5%	1.00
65300732	2'716'272	584'517	149'450	2'098	5%	1.00
65300742	2'716'272	584'517	149'450	2'098	5%	1.00
65300752	2'716'272	584'517	149'450	2'098	5%	1.00
65300762	2'716'272	584'517	149'450	2'098	5%	1.00
65300772	2'742'889	589'651	148'910	2'098	5%	1.00

Tabelle 14: Jährliche Transportmengen an Gefahrgut (Situation um 2030).

**Personendichte ausserhalb Bahnareal**

Identifikation	Dichte Personen ausserhalb Bahnareal			
Nr. Subelement	Anwohnerdichte 0 - 50 m	Anwohnerdichte 50 - 250 m	Anwohnerdichte 250 - 500 m	Anwohnerdichte 500 - 2500 m
Nr. Subelement	Anwohner 0-50m	Anwohner 50-250m	Anwohner 250-500m	Anwohner 500-2'500m
-	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2
65300682	0	3'256	1'937	716
65300692	0	3'994	2'015	704
65300702	0	6'012	2'514	668
65300712	0	6'758	3'906	615
65300722	0	6'613	5'080	579
65300732	0	7'128	6'581	518
65300742	0	8'858	6'887	495
65300752	7'958	9'309	7'693	466
65300762	12'096	10'565	7'762	453
65300772	0	11'219	8'166	438

Tabelle 15: Personendichte Anwohner Segment X143 (Situation 2030 mit Projekten).

**Dichte Arbeitsplätze ausserhalb Bahnareal**

Identifikation	Dichte Arbeitsplätze ausserhalb Bahnareal			
Nr. Subelement	Arbeitsplatz- dichte 0 - 50 m	Arbeitsplatz- dichte 50 - 250 m	Arbeitsplatz- dichte 250 - 500 m	Arbeitsplatz- dichte 500 - 2500 m
Nr. Subelement	Arbeitsplätze 0-50m	Arbeitsplätze 50-250m	Arbeitsplätze 250-500m	Arbeitsplätze 500-2'500m
-	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2
65300682	0	6'220	4'379	944
65300692	0	10'620	5'349	870
65300702	0	13'712	5'320	840
65300712	0	18'476	6'303	762
65300722	0	18'671	10'237	635
65300732	21'645	21'886	9'865	615
65300742	21'645	26'407	7'597	635
65300752	5'730	26'326	5'378	707
65300762	63'025	19'125	5'958	738
65300772	9'931	16'327	5'891	790

Tabelle 16: Arbeitsplatzdichte Segment X143 (Zustand 2030 mit Projekten).

**Dichte zusätzliche Personen**

(Standardwerte >0: Personen im Bereich von Perrons; weitere Nutzerspezifische Daten bei Bedarf für Berücksichtigung weiterer Personengruppen)

Nr. Subelement	Dichte Zusatzpersonen tags 0 - 50 m	Dichte Zusatzpersonen tags 50 - 250 m	Dichte Zusatzpersonen tags 250 - 500 m	Dichte Zusatzpersonen tags 500 - 2500 m
Nr. Subelement	Zusätzl. Personen tags 0-50m	Zusätzl. Personen tags 50-250m	Zusätzl. Personen tags 250-500m	Zusätzl. Personen tags 500-2'500m
-	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2
65300682	0	0	0	6
65300692	0	0	0	6
65300702	0	0	44	4
65300712	0	0	102	3
65300722	0	52	143	1
65300732	0	226	113	0
65300742	1'112	359	54	0
65300752	3'615	429	0	0
65300762	3'893	417	0	0
65300772	3'476	371	22	0

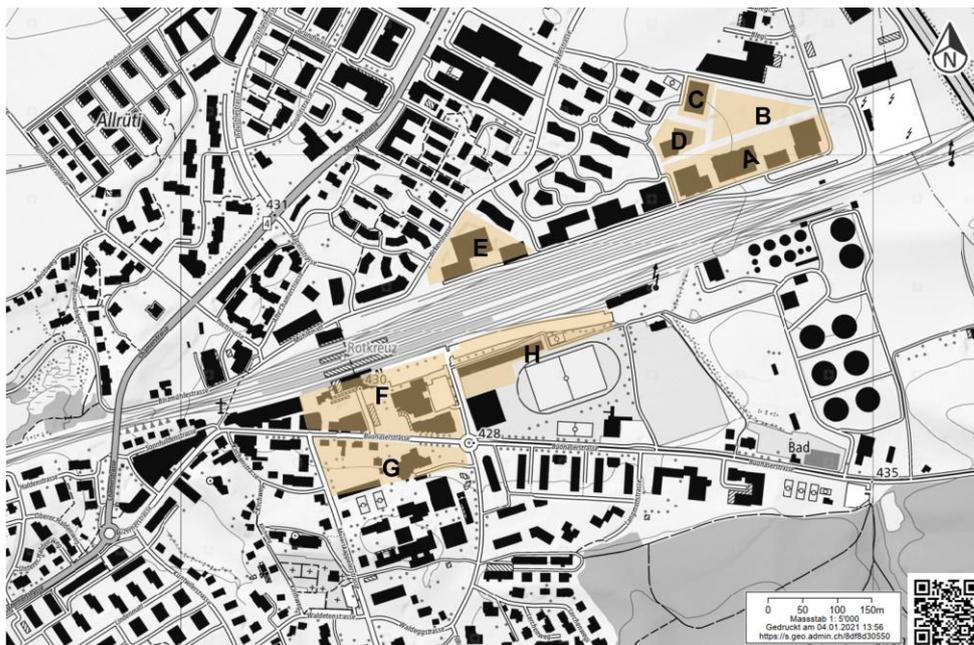
Tabelle 17: Dichte Zusatzpersonen tags (2030 mit Projekten).

Nr. Subelement	Dichte Zusatzpersonen nachts 0 - 50 m	Dichte Zusatzpersonen nachts 50 - 250 m	Dichte Zusatzpersonen nachts 250 - 500 m	Dichte Zusatzpersonen nachts 500 - 2500 m
Nr. Subelement	Zusätzl. Personen nachts 0-50m	Zusätzl. Personen nachts 50-250m	Zusätzl. Personen nachts 250-500m	Zusätzl. Personen nachts 500-2'500m
-	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2	Pers./km2
65300682	0	0	0	2
65300692	0	0	0	2
65300702	0	0	15	1
65300712	0	0	34	1
65300722	0	17	48	0
65300732	0	75	38	0
65300742	371	120	18	0
65300752	1'205	143	0	0
65300762	1'298	139	0	0
65300772	1'159	124	7	0

Tabelle 18: Dichte Zusatzpersonen nachts (2030 mit Projekten).

### A3 Entwicklungen im Nahbereich

In der unmittelbaren Umgebung des Areals sind weitere Entwicklungen in der Umsetzung oder in der Planung. Basis hierzu bilden Angaben der Gemeinde.<sup>14</sup> Entwicklungen bis 2015 resp. 2017 sind in den Basisdaten des BFS enthalten und werden nicht mehr ergänzend berücksichtigt. In der nachfolgenden Abbildung sind die zusätzlich berücksichtigten Entwicklungen und die Annahme zur Anzahl der Anwohner und Arbeitsplätze dargestellt.



Areal	Nutzung	Einheiten	Personen [Anzahl]
A	Büro/Gewerbe Wohnen	11'300m <sup>2</sup> 152 Wohnungen	565 365
B	Büro/Gewerbe	18'060 m <sup>2</sup>	905
C	Büro/Bildung	6'500 m <sup>2</sup>	325
D	Büro/Gewerbe Wohnen	2'000 m <sup>2</sup> 85 Wohnungen	100 205
E	Büro/Gewerbe/Bildung	24'500 m <sup>2</sup>	1'225
F	Büro/Gewerbe Wohnen	20'975 m <sup>2</sup> 22'675 m <sup>2</sup>	2'440 570
G	Pflegezentrum (Wohnen) Pflegezentrum (Arbeit)		200 50
H	Mittelschule Schüler Mittelschule Arbeitsplätze	12'400 m <sup>2</sup>	800 50

Tabelle 19: Annahmen zum Personenaufkommen für Entwicklungsprojekte ab 2015/2017.

14 Bebauungsplan Bahnhof Süd der Gemeinde Risch vom 06. Mai 2019 und [www.suurstoffi.ch](http://www.suurstoffi.ch).

## A4 Wirkungen von Störfallereignissen

### Massgebende Szenarien

In der nachfolgenden Tabelle sind die im Zusammenhang mit den Personenrisiken relevanten Störfallszenarien zusammengefasst.

Stoff	Beschreibung des Szenarios	Szenario	Wirkungen
Benzin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Freisetzung von 60 Tonnen (1 Kesselwagen)</li> <li>- Lache von 200 m<sup>2</sup> oder 50 m<sup>2</sup> (abhängig von der Freisetzungsrate)</li> <li>- Sofortige oder verzögerte Zündung</li> </ul>	Lachenbrand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hitzestrahlung</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Freisetzung von 60 Tonnen (1 Kesselwagen)</li> <li>- Lache von 200 m<sup>2</sup> oder 50 m<sup>2</sup></li> <li>- Verdampfung und Bildung einer zündfähigen Gaswolke mit 80 kg Benzin (gasförmig)</li> <li>- Verzögerte Zündung</li> </ul>	Gaswolkenexplosion (VCE «Vapor Cloud Explosion ») (Benzin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckwirkung (ca. 20 bis 100 mbar)<sup>15</sup></li> <li>- Hitzestrahlung</li> </ul>
Propan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahnkesselwagen mit 45 Tonnen</li> <li>- Freisetzung durch ein Leck mit einem Durchmesser von 3 bis 5 cm</li> <li>- Mittlere Freisetzungsrate von 11 oder 30 kg/s</li> <li>- Sofortige Zündung</li> </ul>	Freistrahbrand (Propan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hitzestrahlung</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahnkesselwagen mit 45 Tonnen</li> <li>- Freisetzung durch ein Leck mit einem Durchmesser von 3 bis 5 cm</li> <li>- Mittlere Freisetzung von 11 oder 30 kg/s</li> <li>- Verdampfung und Bildung einer zündfähigen Gaswolke mit 1000 kg Propan (gasförmig)</li> <li>- Verzögerte Zündung</li> </ul>	Gaswolkenexplosion (VCE «Vapor Cloud Explosion ») (Propan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckwirkung (ca. 20 bis 100 mbar)</li> <li>- Hitzestrahlung</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahnkesselwagen mit 45 Tonnen</li> <li>- Spontane Freisetzung durch ein grosses Leck mit sofortiger Zündung oder</li> <li>- Aufheizung durch einen Brand eines umliegenden Bahnkesselwagens z.B. mit Benzin und Zündung von 35 Tonnen infolge Überdrucks und Bersten des Propan-Bahnkesselwagens</li> </ul>	Feuerball / "BLEVE" (Boiling Liquid Expanding Vapor Cloud Explosion)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hitzestrahlung</li> <li>- Druckwirkung</li> </ul>

Tabelle 20: Massgebende Szenarien in Bezug auf Hitzestrahlung (Leitstoff Benzin und Propan).

Massgebend für die Massnahmenplanung sind Szenarien mit Hitzestrahlung, da dies relativ betrachtet die häufigsten Ereignisse darstellen. In den nachfolgenden Abbildungen sind die zu erwartenden Hitzestrahlungen in Abhängigkeit der Distanz dargestellt. Grundlage für die Berechnungen sind Modellierungen mit der Software EFFECTS von TNO [11][12][13].

<sup>15</sup> Normale Fenster versagen typischerweise bei einem Überdruck grösser 30 bis 50 mbar.

### Hitzestrahlung Lachenbrand (Benzin)

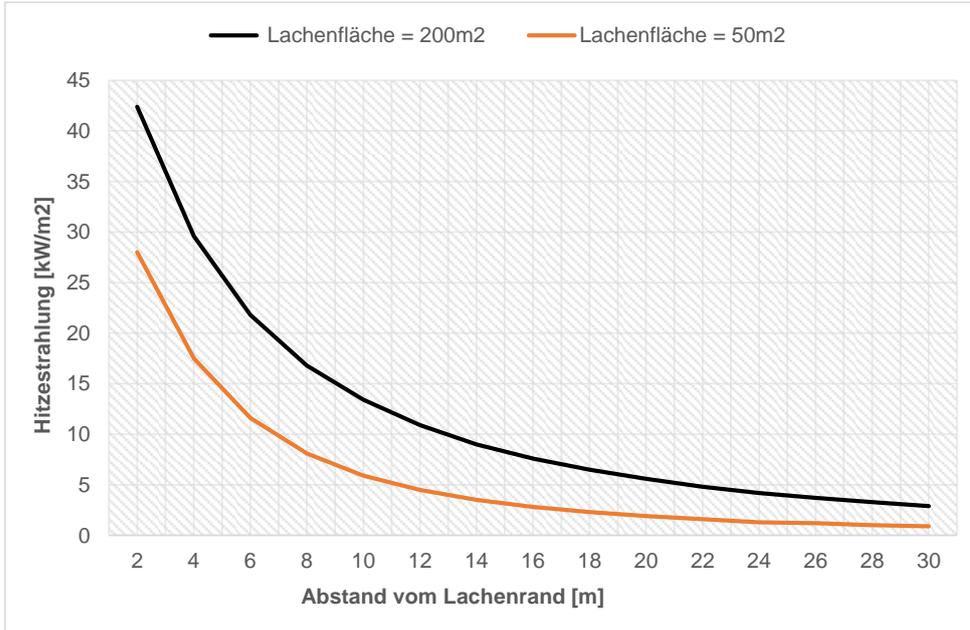


Abbildung 13: Hitzestrahlung Lachenbrand in Abhängigkeit der Distanz.

### Hitzestrahlung Freistrahbrand

Die Hitzestrahlung ist abhängig von der Freisetzungsrate und auch von der konkreten Situation (Richtung des Freistrahbrandes). Gemäss Modellrechnungen reicht die Flammenfront bei einer Freisetzung von 11 kg/s bis in eine Distanz von 40 m und bei einer Freisetzung von 30 kg/s bis in eine Distanz von 60 m. In grösserer Entfernung und insbesondere dann, wenn die Richtung des Freistrahbrandes in eine abgewandte Richtung zeigt, nimmt die Hitzestrahlung rasch ab.

### Hitzestrahlung Feuerball

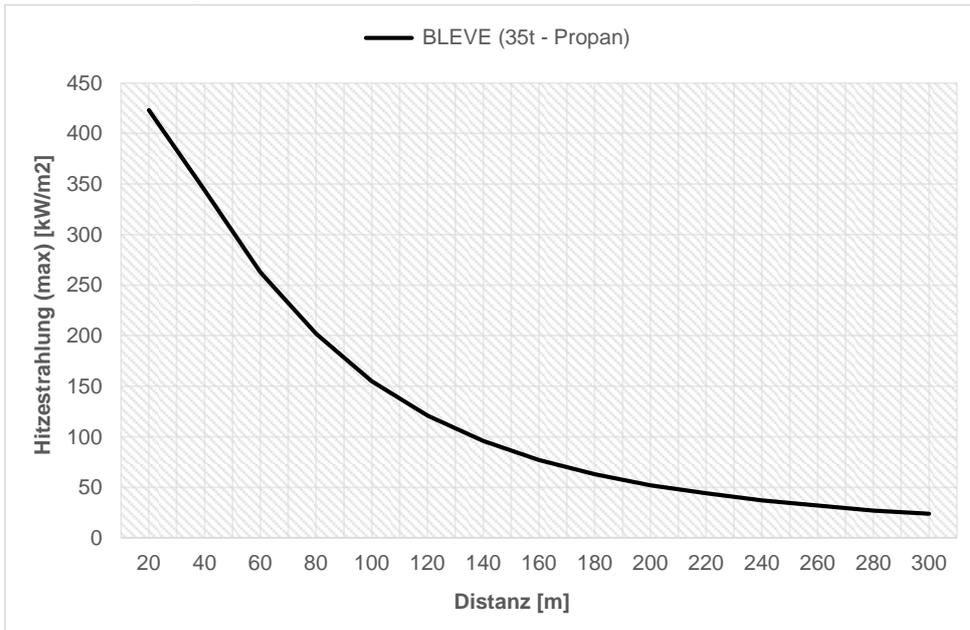


Abbildung 14: Hitzestrahlung Feuerball in Abhängigkeit der Distanz.

### Wirkung der Hitzestrahlung auf Personen

In der nachfolgenden Abbildung ist die Wirkung der Hitzestrahlung auf Personen für zwei unterschiedliche Expositionszeiten dargestellt.

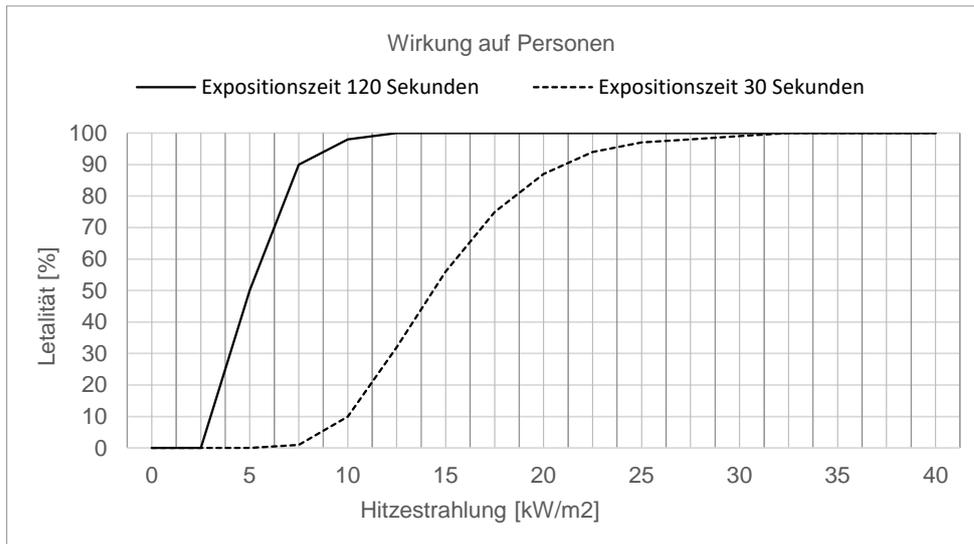


Abbildung 15: Zusammenhang Hitzestrahlung und Letalität für zwei Expositionszeiten.

## A5 Schulen als empfindliche Nutzungen

Die Massnahmen in Kapitel 10 beziehen sich auf das Areal des Bebauungsplans Bahnhof Süd. Unmittelbar östlich auf dem Areal Ost plant der Kanton Zug eine Mittelschule. Zudem sind im Nahbereich weitere Entwicklungsplanungen vorgesehen. Der Bebauungsplan Bahnhof Süd ist daher in eine grössere Arealentwicklung eingebettet. Aufgrund dieser umfangreichen Entwicklungen ist das Areal Süd zumindest funktional in einen grösseren Entwicklungsraum und insbesondere an die mögliche Entwicklung auf dem Areal Ost eingebunden. Da der Kanton Zug auf dem Areal Ost eine Mittelschule plant, stellt sich die Frage, inwiefern eine Mittelschule als empfindliche Einrichtung anzusehen ist und ob eine derartige Nutzung im Nahbereich von risikorelevanten Anlagen aus der Sicht der Risiken in Frage kommt. Die nachfolgenden Ausführungen gehen auf diese Fragestellungen ein.

Basis für den vorliegenden Risikobericht bildet die StfV [7] resp. die Koordination mit raumwirksamen Tätigkeiten nach Art. 11a StfV. Die StfV hat zum Zweck, die Bevölkerung und die Umwelt vor schweren Schädigungen infolge von Störfällen zu schützen. Der Begriff der empfindlichen Nutzungen bzw. Schulen wird in der StfV nicht speziell thematisiert.

Die Kriterien zur Beurteilung der Risiken sind in den Beurteilungskriterien zur StfV [8] festgelegt. Die Beurteilungskriterien geben vor, dass Störfallergebnisse mit einem bestimmten Schadenausmass (hier Anzahl Todesopfer) eine bestimmte, kleine Wahrscheinlichkeit unterschreiten müssen, damit die Risiken als akzeptabel im Sinne der StfV eingestuft werden können. Ein massgebender Indikator ist die Anzahl Todesopfer. Nach den Beurteilungskriterien können Ereignisse mit einer grossen Anzahl Todesopfer wie zum Beispiel 1'000 Todesopfer als akzeptabel beurteilt werden, wenn deren Auftreten hinreichend selten ist.<sup>16</sup> Massgebend hierfür ist einzig die Anzahl Todesopfer und die Wahrscheinlichkeit. Empfindliche Einrichtungen tragen hierzu wie alle anderen Einrichtungen zum möglichen Ausmass bei. Aufgrund der besonderen Eigenschaft (insb. verzögerte oder verunmöglichte Selbstrettung) von empfindlichen Einrichtungen wie beispielsweise Gefängnisse oder Spitäler tragen diese stärker zum Ausmass bei als andere «normale» Nutzungen.

In der Planungshilfe des ARE aus dem Jahre 2013 [2] ist eine Bemerkung zu den empfindlichen Einrichtungen enthalten: «Einrichtungen mit schwer evakuierbaren Personen wie Kindergärten, Schulen, Altersheime, Spitäler, Gefängnisanstalten etc., sind besonders empfindlich auf Störfälle. Sie sollten deshalb grundsätzlich nicht im Konsultationsbereich neu geplant werden. Werden solche Einrichtungen vorgesehen, ist dies in der Massnahmenplanung besonders zu beachten». Das Kriterium für empfindliche Nutzungen ist die erschwerte Evakuierbarkeit (Selbstrettung, Fremdrettung). Während dies bei Kindergärten, Altersheimen, Spitälern, Gefängnisanstalten eindeutig gegeben ist, dürfte die Situation bei Schulen unterschiedlich sein. Massgebend hierfür sind zwei Faktoren:

---

<sup>16</sup> Zum Beispiel können Ereignisse mit 1'000 Todesopfern als akzeptabel beurteilt werden, wenn die Wahrscheinlichkeit  $\leq 1.00E-11$  pro 100 m Referenzlänge und pro Jahr ist.

- Möglichkeit der Selbstrettung aufgrund der vorhandenen Fluchtwege. Diese ist abhängig von der Anzahl flüchtender Personen und der vorhandenen Infrastruktur der Fluchtwege.
- Möglichkeit der Selbstrettung aufgrund der Fähigkeiten der Personen, bei vorhandener Fluchtweginfrastruktur zielgerichtet zu flüchten.

Die Infrastruktur der Fluchtwege ist ein Merkmal einer Baute. Geeignete Fluchtwege für eine spezifische Baute können bei der Planung, der Realisierung und dem Betrieb gewährleistet werden. Diesem Aspekt kann mit entsprechenden Massnahmen abgedeckt werden (z. B. ausreichend breite Fluchtwege).

Der Punkt der Fähigkeit der Personen zur Selbstrettung ist – im vorliegenden Kontext – abhängig vom Alter. Bei Schulen der Erwachsenenbildung dürfte dies vergleichbar sein wie mit Bürobauten. Schulen der Unterstufe weisen eher ein Verhalten wie Kindergärten auf. Irgendwo dazwischen findet ein Übergang statt. Generell lässt sich festhalten, dass mit zunehmendem Alter der Schüler die Fähigkeit der Personen zur Selbstrettung zunimmt. Schüler einer Mittelschule weisen typischerweise ein Alter von  $\geq 13$  Jahren auf. Zumindest bei den älteren Schülern kann von einer vorhandenen Fähigkeit zur zielgerichteten Selbstrettung ausgegangen werden. Mittelschulen dürften daher einzelne Merkmale von empfindlichen Einrichtungen aufweisen, jedoch nicht mehr vergleichbar sein wie zum Beispiel Gefängnisse oder Spitäler.

Die Planungshilfe des ARE ist derzeit in der Überarbeitung [14]. Im Entwurf der überarbeiteten Fassung sind empfindliche Einrichtungen ebenfalls aufgeführt: «Empfindliche Einrichtungen wie Spitäler, Altersheime, Gefängnisse, Kindergärten, Schulen, Kindertagesstätten, Eventhallen, Stadien, Einkaufszentren und Blaulichtorganisationen sind aufgrund der reduzierten Mobilität (erschwerter Evakuierbarkeit) oder grossen Personenansammlungen im Konsultationsbereich ausdrücklich nicht empfohlen.»

In der überarbeiteten Planungshilfe werden zusätzliche Einrichtungen – solche mit grossen Personenansammlungen oder Blaulichtorganisationen – den empfindlichen Einrichtungen zugeordnet. Schulen können grundsätzlich beide Kriterien (reduzierte Mobilität der Bevölkerung oder grosse Personenansammlung) erfüllen. Eine Mittelschule mit rund 800 Schülern dürfte von der Personenzahl vergleichbar mit Eventhallen oder Einkaufszentren sein und daher als grosse Personenansammlung im Sinne der Planungshilfe gelten.

Aus den erwähnten Grundlagen lässt sich ableiten, dass im Verlaufe der Zeit die Kriterien für Nutzungen im Konsultationsbereich strenger geworden sind. Während der ursprüngliche Ansatz in der StFV und den zugehörigen Beurteilungskriterien darin bestand, die Wahrscheinlichkeit von Ereignissen mit bestimmten Ausmassen hinreichend klein zu halten, werden in den Planungshilfen zunehmend Nutzungen, welche hinsichtlich der Risiken «ungünstige» Eigenschaften aufweisen, nicht empfohlen.

Aus der Sicht der Risiken ist diese Entwicklung nachvollziehbar. Empfindliche Einrichtungen haben typischerweise (aufgrund eingeschränkter

Fluchtmöglichkeiten oder der grossen Anzahl Personen) einen entsprechend grösseren Einfluss auf die Risiken. Entscheidungsträger sind auch mit der Frage «was wäre wenn» konfrontiert. Dabei geht es um die Frage, was beim Eintreten des sehr unwahrscheinlichen Ereignisses mit gravierenden Folgen für die Bevölkerung passiert. Insbesondere wenn empfindliche Einrichtungen betroffen sind, stellt sich die Frage, wer für die Bewilligung an diesem Standort verantwortlich war. Aus der Sicht der Risiken wird daher von der Anordnung empfindlicher Einrichtungen an entsprechenden Standorten abgeraten. Entscheidungsträger müssen jedoch alle Vor- und Nachteile von verschiedenen Standorten abwägen. Wenn sich alternative Standorte über alle massgebenden Kriterien als deutlich ungünstiger erweisen, kann eine Anordnung im Konsultationsbereich im Bewusstsein der dort bestehenden Gefahren – mit entsprechenden Schutzmassnahmen – in Erwägung gezogen werden. Wichtig dabei ist, dass dieser Prozess der Interessenabwägung transparent und nachvollziehbar erfolgt und entsprechend dokumentiert wird.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Schulen (inkl. Mittelschulen) insbesondere aufgrund der aktuell im Entwurf vorliegenden Planungshilfe des ARE als empfindliche Einrichtungen gelten. Aus der Sicht der Risiken sind Standorte im Nahbereich von störfallrelevanten Anlagen ungünstig und ausdrücklich nicht empfohlen. Planungsbehörden stehen jedoch vor der Aufgabe, verschiedene mögliche Standorte gegeneinander abzuwägen. In dieser Gesamtsicht kann sich ein Standort im Nahbereich von risikorelevanten Anlagen trotz der erhöhten Risiken als Bestvariante hervorgehen und – mit entsprechenden Schutzmassnahmen – umgesetzt werden. Der Prozess der Interessenabwägung ist gewissenhaft durchzuführen und zu dokumentieren.<sup>17</sup> Ein geeigneter Anhaltspunkt für die Interessenabwägung ist aus der Sicht der Risiken die Risikosummenkurve im W-A-Diagramm resp. der Einfluss des Entwicklungsvorhabens auf die Lage der Risikosummenkurve. Da in den Risikosummenkurven, welche gemäss der Screening-Methodik berechnet werden, die grosse Personenansammlung einer Mittelschule berücksichtigt ist und die Fähigkeit zur gezielten Flucht nicht fundamental schlechter ist im Vergleich zu Büro- oder Wohnnutzungen, kann die Risikosummenkurve im W-A-Diagramm als Grundlage zur Einschätzung der Risiken verwendet werden.

---

17 Die Interessenabwägung beinhaltet sowohl die einzelnen Kriterien verschiedener zur Wahl stehender Standorte wie auch zwischen der geplanten Entwicklung und den störfallrelevanten Anlagen.