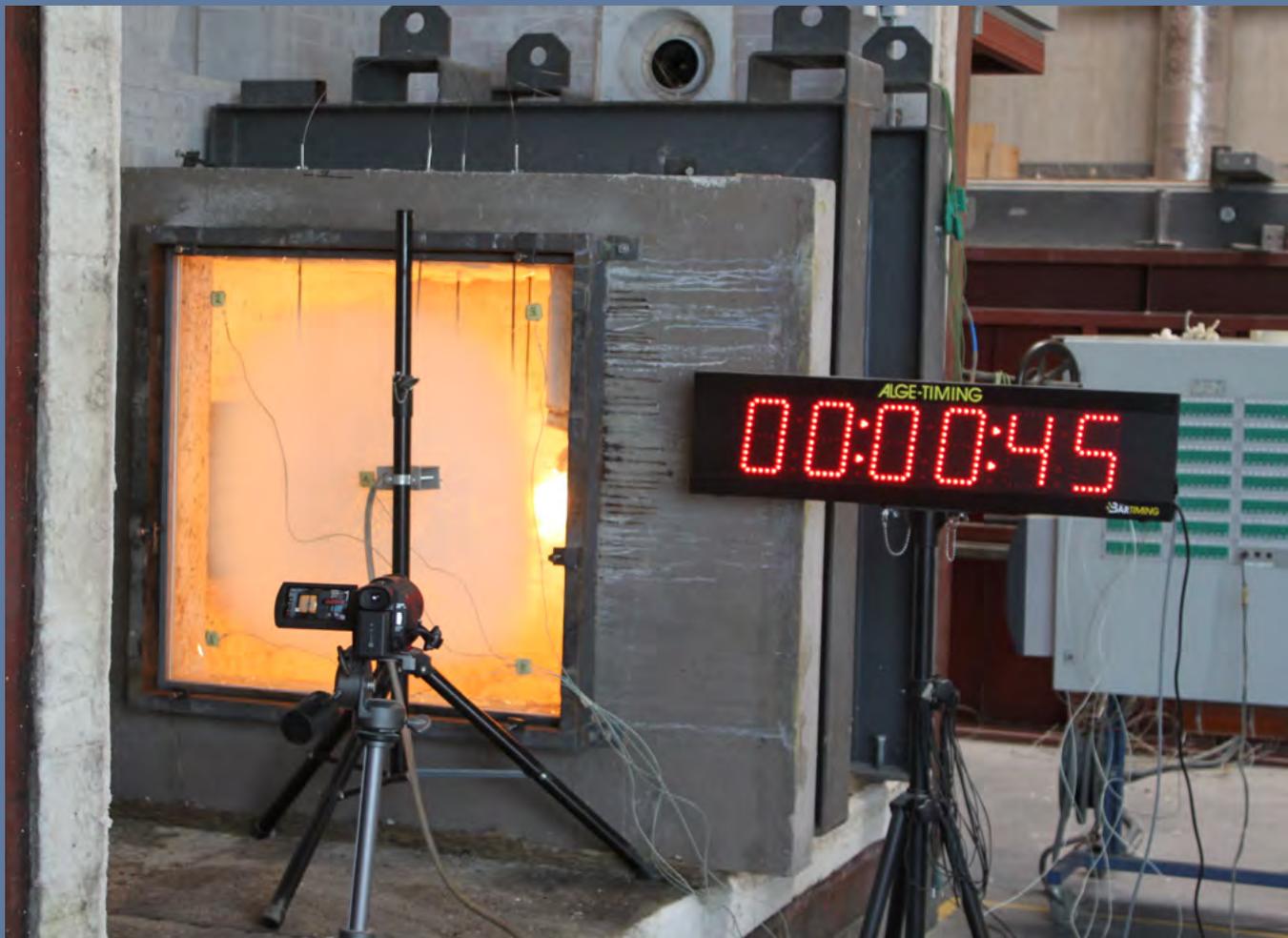


# Objektschutzmassnahmen zur Störfallvorsorge

Geeignete Objektschutzmassnahmen (OSM) im Konsultationsbereich von Anlagen im Geltungsbereich der Störfallverordnung (StFV)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

# Objektschutzmassnahmen zur Störfallvorsorge

Geeignete Objektschutzmassnahmen (OSM) im Konsultationsbereich von Anlagen im Geltungsbereich der Störfallverordnung (StFV)

# Impressum

## Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

## Autoren

Michael Hösli (BAFU, Projektleitung),

Daniel Bonomi (BAFU, Stv. Projektleitung),

Marion Caduff (EBP Schweiz AG),

Peter Locher (EBP Schweiz AG),

Lukas Vonbach (EBP Schweiz AG)

## Arbeitsgruppe

Thomas Christen (KCB Kanton BS)

Peter Fischer (Vetrotech)

Philippe Kindler (AWEL Kanton ZH)

David Müller (SBB Infrastruktur)

David Thurnherr (SSI)

Sylvia Jaus (ECO SWISS)

Michael Keller (AUE Kanton BL)

Peter Massny (Swissgas)

Philippe Marti (SBB Immobilien) bis Dezember 2022,

Martin Rahn (CARBURA)

Pascal Stofer (OCEV-SERMA Kanton GE) bis Juni 2024

André Zahnd (BABS, Labor Spiez)

## Gruppe der Sachverständigen

Die nachfolgenden Personen haben massgeblich zur Erarbeitung dieser Publikation beigetragen:

- Dr. Lorenz Brenner (BABS, Labor Spiez)
- Andreas Buchmann (Gebäudeversicherung Kanton Zürich)
- Antoine Bailly (WSP Ingénieurs Conseils SA)
- Raphaël Defert (WSP Ingénieurs Conseils SA)
- Dr. Stephan Husen (Bundesamt für Verkehr)
- László Koller (Basellandschaftliche Gebäudeversicherung)
- Stephan Mathys (Glas Trösch AG Zweigniederlassung FIRESWISS Buochs)
- Dr. Thomas Plattner (Risk- & Safety Management AG)
- Daniel Schärer (gkp Fassadentechnik AG)
- Daniel Schuler (BBS Ingenieure AG)
- Dr. Vlad-Alexandru Silvestru  
(Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich)
- Justine Vivien (WSP Ingénieurs Conseils SA)
- Christophe Zing (WSP Ingénieurs Conseils SA)

## Layout

Funke Lettershop AG

## Titelbild

Brandexperiment «BAFU» an Kleinbrandprüfstand: Verhalten einer EI30-Verglasung bei Einwirkung hoher Wärmestromdichten durch Hitzestrahlung und Konvektion.

© Glas Trösch AG Zweigniederlassung FIRESWISS Buochs

## PDF-Download

[www.bafu.admin.ch/uw-2513-d](http://www.bafu.admin.ch/uw-2513-d)

Eine gedruckte Fassung kann nicht bestellt werden.

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU 2025

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Abstracts</b>	<b>5</b>
------------------	----------

---

<b>Vorwort</b>	<b>7</b>
----------------	----------

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>8</b>
1.1	Ausgangslage	8
1.2	Zielsetzung	12
1.3	Abgrenzung	13
1.4	Zielgruppe	14

---

<b>2</b>	<b>Kriterien zur Prüfung der Eignung von Objektschutzmassnahmen</b>	<b>15</b>
----------	---	-----------

---

<b>3</b>	<b>Geeignete Objektschutzmassnahmen zum Schutz der Gebäudenutzenden</b>	<b>16</b>
3.1	Einfache Objektschutzmassnahmen	16
3.2	Weitere Objektschutzmassnahmen	16
3.3	Geeignete Objektschutzmassnahmen für empfindliche Einrichtungen	21

---

<b>4</b>	<b>Berücksichtigung der Schutzwirkung von Verglasungen in Risikoberechnungen oder Ausmasseinschätzungen nach Störfallverordnung</b>	<b>22</b>
----------	---	-----------

---

<b>Anhang</b>	<b>24</b>	
A1	Begriffe	24
A2	Abkürzungen	26
A3	Quellenverzeichnis	27
A4	Zusammenfassung wichtiger Grundlagen	28
A5	Anwendung der Korrekturfaktoren zur Letalität von Personen in Gebäuden	29

---

# Abstracts

In principle, planning proposals with a spatial impact within the vicinity of installations with major accident potential which are likely to result in a significant increase in risk should be avoided. However, this is not always possible in the course of urban densification. The implementation of appropriate object protection measures can be used to mitigate any increase in risk. This publication shows the projects for which suitable object protection measures are available and gives examples of protection measures that can be implemented to achieve that objective. It also explains how the protective effect of these measures can be taken into account in risk calculations and impact assessments.

Grundsätzlich sollten im Konsultationsbereich von Störfallanlagen raumwirksame Tätigkeiten mit einem starken Anstieg der Risiken vermieden werden. Im Zuge der Siedlungsverdichtung ist dies aber nicht immer möglich. Durch die Realisierung von geeigneten OSM kann versucht werden, einen allfälligen Risikoanstieg abzdämpfen. Diese Publikation zeigt auf, für welche Vorhaben geeignete OSM zur Verfügung stehen, und benennt Beispiele solcher Schutzmassnahmen zur Erreichung des Schutzziels. Im Weiteren wird dargelegt, wie die Schutzwirkung dieser OSM im Rahmen von Risikoberechnungen oder Ausmasseseinschätzungen berücksichtigt werden kann.

De manière générale, il convient d'éviter les activités qui ont des effets sur l'organisation du territoire et qui aggravent fortement les risques dans le périmètre de consultation des installations soumises à l'ordonnance sur les accidents majeurs. Cependant, en raison de la densification urbaine, il n'est pas toujours possible de suivre ce principe. Face à la densification, on peut toutefois tenter d'atténuer une éventuelle augmentation des risques en adoptant des mesures adéquates de protection sur les bâtiments (MPB). La présente publication montre quelles sont les MPB adéquates envisageables en fonction des projets. Elle présente des exemples de MPB permettant d'atteindre l'objectif de protection. Par ailleurs, elle illustre comment intégrer les effets protecteurs des mesures aux calculs des risques et aux estimations de l'ampleur des dommages.

Di regola, nell'area di coordinamento degli impianti sensibili agli incidenti rilevanti andrebbe evitata attività con incidenza territoriale che causerebbero un notevole aumento dei rischi. Tale principio non può tuttavia sempre essere rispettato a causa della densificazione degli insediamenti. L'attuazione di misure di protezione degli oggetti adeguate consente di provare ad attenuare un eventuale aumento dei rischi. La presente pubblicazione indica per quali progetti sono disponibili misure di protezione degli oggetti e cita alcuni esempi che permettono di raggiungere l'obiettivo di protezione. Spiega inoltre come tenere conto dell'effetto protettivo di queste misure nel quadro della valutazione dei rischi o della valutazione dell'entità.

**Keywords:**

*Consultation stage, object protection measures, risks, protective effect*

**Stichwörter:**

*Konsultationsbereich, Objektschutzmassnahmen, Risiken, Schutzwirkung*

**Mots-clés :**

*périmètre de consultation, mesures de protection sur les bâtiments, risques, effets protecteurs*

**Parole chiave:**

*area di coordinamento, misure di protezione degli oggetti, rischi, effetto protettivo*



---

# Vorwort

Die Lagerung und der Transport von Stoffen, Zubereitungen oder Sonderabfällen sind wesentliche Voraussetzungen für diverse essenzielle Wirtschaftsleistungen im Bereich der Produktion von Waren, dem Angebot von Dienstleistungen sowie zur Sicherung der Landesversorgung. Diese Tätigkeiten können Gefahren für die Bevölkerung infolge von Störfällen bergen. Um diesen Gefahren zu begegnen, fordert die Störfallverordnung (StFV) zum Schutz der Bevölkerung primär Sicherheitsmassnahmen an der Quelle, d. h. an den Anlagen, die der StFV unterstehen (Störfallanlagen). Flankierend kommt aber auch der Koordination zwischen raumwirksamen Tätigkeiten und Störfallvorsorge eine wichtige Rolle zu. Durch nicht koordinierte Planungs- oder Bauvorhaben im Nahbereich von Störfallanlagen können die Risiken der Störfallanlagen stark ansteigen. Die Störfallverordnung verpflichtet deshalb zu einer Koordination der raumwirksamen Tätigkeiten mit der Störfallvorsorge und die Planungshilfe zeigt Verfahren auf, wie diese Koordination erfolgen kann. Ergänzend zu den Sicherheitsmassnahmen sollen auch geeignete Massnahmen zum Schutz vor den Einwirkungen möglicher Störfälle getroffen werden. Geeignet sind solche Schutzmassnahmen, wenn bereits ein erhöhtes Risiko vorliegt und die möglichen Schutzmassnahmen wirksam und zumutbar sind.

Raumplanerische Schutzmassnahmen wie Vorschriften zur Nutzung (bspw. die Reduktion der Anzahl exponierter Personen) und Vorgaben zu Schutzabständen (Sicherstellung eines genügend grossen Abstands zu einer Störfallanlage) sind sehr wirksam zur Minderung eines Risikoanstiegs. Bei hohem Druck auf die Raumnutzung (Ein- und Aufzonungen) oder wo die Nutzungsplanung noch ohne Koordination mit der Störfallvorsorge abgeschlossen wurde (Baubewilligungsverfahren), kann durch die Realisierung von baulichen und technischen Schutzmassnahmen an Neubauten – sogenannten Objektschutzmassnahmen (OSM) – versucht werden, den Risikoanstieg zu mindern.

Diese Umwelt-Wissen Publikation geht auf die Prozesse gemäss der Planungshilfe zur Koordination der Raumplanung mit der Störfallvorsorge ein und gibt Orientierungshilfen für die verschiedenen Abklärungen und Beurteilungen. Sie zeigt den Planungsträgerinnen, den kantonalen Vollzugsbehörden, den Bauverantwortlichen und den Inhabern von Störfallanlagen auf, unter welchen Voraussetzungen OSM als geeignet eingestuft werden können. Sie liefert eine Übersicht zu den geeigneten OSM und erläutert, wie OSM bei Kollektivrisikoberechnungen oder Ausmasseinschätzungen berücksichtigt werden können.

Diese Publikation gibt damit eine Orientierungshilfe im Bestreben um eine möglichst harmonisierte Umsetzung von OSM an Bauten neben Störfallanlagen.

Josef Eberli, Abteilung Gefahrenprävention  
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

---

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Ein- und Aufzonungen (Planungsverfahren) sowie die verdichtete Nutzung bestehender Bauzonen (Baubewilligungsverfahren) im Konsultationsbereich von der StfV unterstehenden Anlagen (Störfallanlagen) stellen wichtige Gründe für eine Erhöhung der Risiken dar. Die StfV verlangt deshalb, dass Planungs- und Baubewilligungsverfahren (raumwirksame Tätigkeiten) mit der Störfallvorsorge koordiniert werden müssen (Art. 11a StfV).

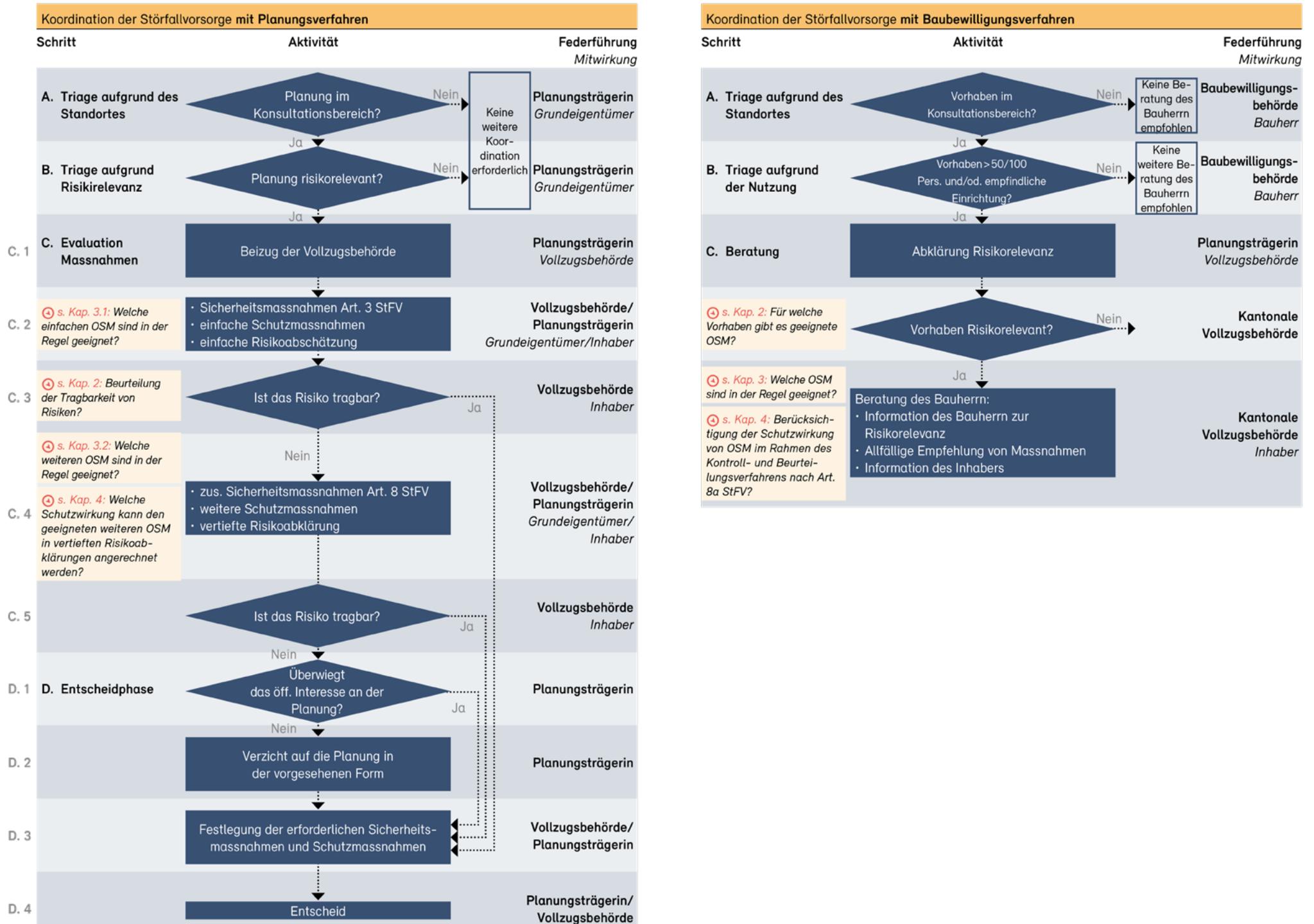
Eine Koordination zwischen raumwirksamen Tätigkeiten und der Störfallvorsorge ist gemäss der Planungshilfe «Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge» des Bundes [1] bei risikorelevanten Vorhaben erforderlich, die im sogenannten Konsultationsbereichs von Störfallanlagen – stationären Betrieben, Verkehrswegen oder Rohrleitungsanlagen – liegen. Der Konsultationsbereich<sup>1</sup> wird von der Vollzugsbehörde festgelegt. Meist umfasst er einen Abstand von 100 m zur Störfallanlage. Durch eine wirkungsvolle Koordination wird sichergestellt, dass der Schutz der Bevölkerung vor Störfällen, die Interessen der Siedlungsentwicklung sowie die Interessen am Betrieb der Anlage möglichst gut aufeinander abgestimmt werden.

Die Planungshilfe beschreibt im Detail die beiden unterschiedlichen Verfahren zur Koordination. Bei den als risikorelevant zu bezeichnenden Planungs- oder Baubewilligungsverfahren sind zur Minderung des Risikoanstiegs Sicherheits- und Schutzmassnahmen zu prüfen und ggf. umzusetzen. Als risikorelevant gelten Vorhaben, welche zu einer Überschreitung festgelegter Referenzwerte für Personen im Konsultationsbereich führen. Die zu evaluierenden Schutzmassnahmen werden gemäss der Planungshilfe in einfache und weitere Schutzmassnahmen unterteilt. Diese können raumplanerischer Natur sein, wie bspw. Vorschriften zur Nutzung oder einzuhaltende Abstände. Die Schutzmassnahmen umfassen aber auch bauliche Massnahmen an Gebäuden. Letztere werden in dieser Publikation Objektschutzmassnahmen (OSM)

genannt. OSM können in Baubewilligungsverfahren ohne vorgängige Koordination nach Art. 11a StfV gestützt auf die Rechtsgrundlagen nicht vorgeschrieben werden. Es liegt in diesen Fällen im Ermessen der Bauverantwortlichen zu entscheiden, ob bzw. welche OSM sie umsetzen wollen. In Planungsverfahren können bei nicht tragbaren Risiken weitere OSM von der Planungsträgerin verbindlich für die Grundeigentümer festgelegt werden. Die Vollzugsbehörden der Kantone bieten in den beschriebenen Verfahren den Planungsträgerinnen oder den Bauverantwortlichen bei der Evaluation von OSM ihre Beratung an. Die vorliegende Publikation beschreibt Kriterien für die Evaluation der Eignung von OSM sowie deren Schutzwirkung (s. Abb. 1)

<sup>1</sup> Abrufbar unter dem Stichwort «Konsultationsbereiche» über die Geoportale der Kantone und/oder des Bundes (Beispiel Konsultationsbereich Rohrleitungen auf <https://map.geo.admin.ch>).

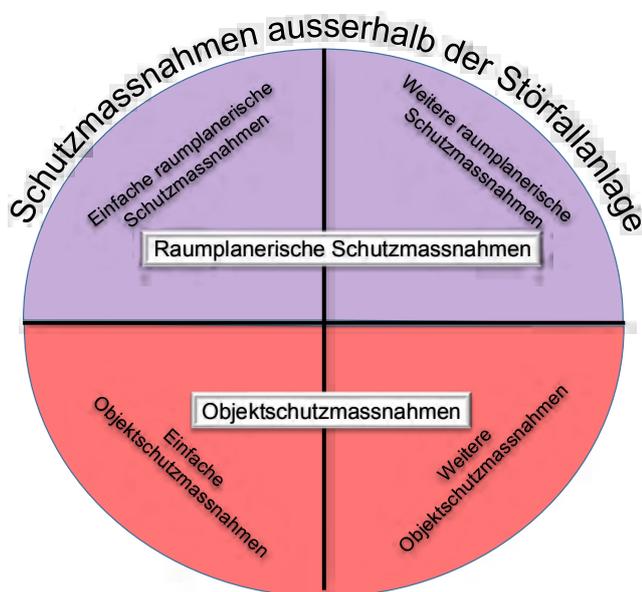
Abb. 1: Nutzen der Publikation «Objektschutzmassnahmen zur Störfallvorsorge» (nach Kapiteln) im Rahmen der Koordination mit der Störfallvorsorge  
 Links im Planungsverfahren nach den Schritten C.2, C.3 und C.4 und rechts im Baubewilligungsverfahren (im Schritt C) gemäss Planungshilfe [1]



### Ausprägungen von Schutzmassnahmen

Die Schutzmassnahmen ausserhalb der Störfallanlage, wie sie in der Planungshilfe angesprochen werden, können je nach ihrer Ausprägung in vier Arten unterteilt werden (s. Abb. 2).

Abb. 2: Übersicht über die vier Arten von Schutzmassnahmen ausserhalb der Störfallanlage



Welche dieser vier Arten von Schutzmassnahmen in der Praxis umgesetzt werden können, hängt davon ab, ob die Koordination zwischen der Störfallvorsorge und der Raumplanung in einem Planungs- oder in einem Baubewilligungsverfahren erfolgt.

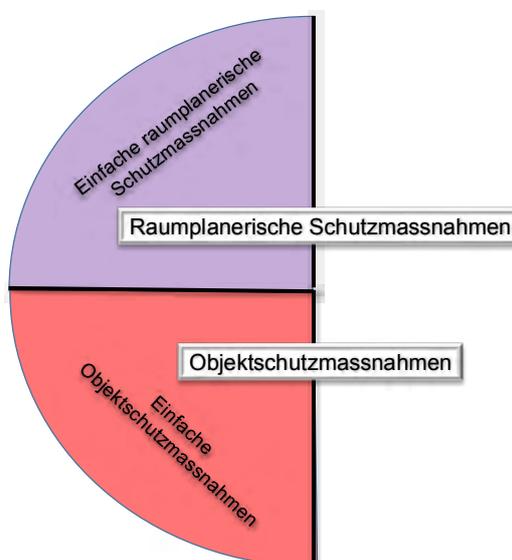
### Planungsverfahren

Für die Evaluation von raumplanerischen Schutzmassnahmen oder OSM für risikorelevante Vorhaben im Planungsverfahren (bspw. Nutzungsplanung) werden gemäss Planungshilfe zwei Stufen unterschieden.

In der ersten Stufe, nachdem die Sicherheitsmassnahmen gemäss Art. 3 StFV an der Störfallanlage umgesetzt wurden, sind die einfachen Schutzmassnahmen zu prüfen (Abb. 3). Diese beinhalten;

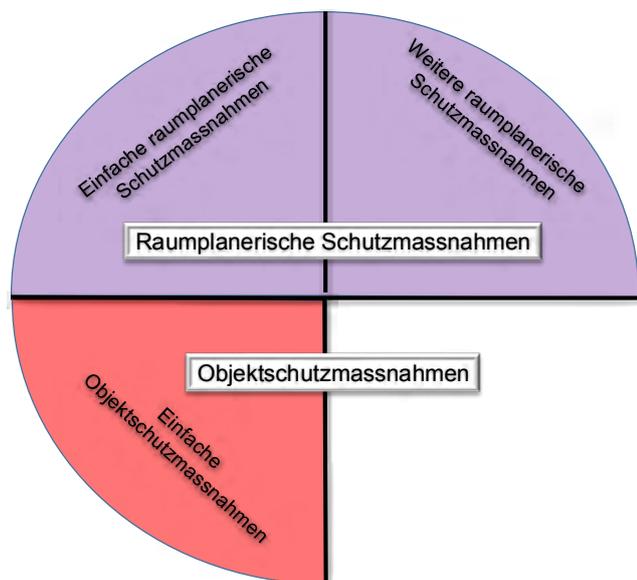
- einfache raumplanerische Schutzmassnahmen, wie die risikosenkende Anordnung von Nutzungen oder die Verpflichtung zu einer nachgelagerten Sondernutzungsplanung.
- einfache OSM ohne signifikante Mehrkosten und/oder Einschränkungen auf die Nutzung. Einfache OSM (s. Kap. 3.1) können bspw. die optimierte Anordnung von Fluchtmöglichkeiten oder von Gebäudeteilen mit erhöhtem Personenaufkommen sein.

Abb. 3: Schutzmassnahmen ausserhalb der Störfallanlage, die bei risikorelevanten Planungen in einem ersten Schritt zu berücksichtigen sind



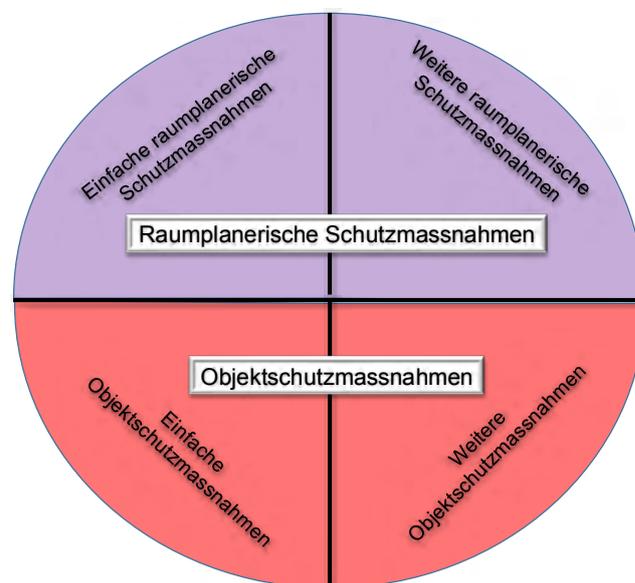
Ist das Risiko trotz dieser Massnahmen nicht tragbar, werden in der zweiten Stufe zusätzliche Sicherheitsmassnahmen nach Art. 8 StFV an der Störfallanlage evaluiert. Dies können bspw. Betonschutzplatten bei Erdgashochdruckleitungen sein. Parallel dazu werden weitere raumplanerische Schutzmassnahmen geprüft (Abb. 4). Diese können signifikante Einschränkungen für die Arealnutzung zur Folge haben. Dazu gehören bspw. die risikosenkende Änderung der zulässigen Nutzungsart (z. B. Verzicht auf personalintensive Nutzungen in einer Arbeitszone, Reduktion von Wohnnutzungen in einer gemischten Wohn- und Gewerbezone) oder des zulässigen Nutzungsmasses (z. B. Reduktion der zulässigen baulichen Ausnützung).

Abb. 4: Schutzmassnahmen die bei Planungen mit nicht tragbaren Risiken prioritär zu berücksichtigen sind



Die Erfahrung zeigt, dass in urbanen Zentren bei der Interessenabwägung die raumplanerischen Schutzmassnahmen im Konflikt mit der durch die Planungsträgerin vorgesehenen Siedlungsentwicklung stehen können. Letztlich, wenn die weiteren raumplanerischen Schutzmassnahmen nicht zum Ziel – d. h. zu tragbaren Risiken – führen, weil das öffentliche Interesse<sup>2</sup> an einer maximalen Ausnutzung (Nutzungsart und -mass) der vorgesehenen Zone überwiegt, sollen bei Planungsvorhaben auch die weiteren OSM (s. Kap. 3.2) mit signifikanten Mehrkosten in die Evaluation einbezogen werden (Abb. 5). Diese weiteren OSM sind die letzte Möglichkeit, um den Anstieg der Störfallrisiken zu mindern.

Abb. 5: Schutzmassnahmen, die bei Planungen mit nicht tragbaren Risiken im Licht der raumplanerischen Interessenabwägung zu berücksichtigen sind. Die weiteren OSM sind die letzte Option, um mit Schutzmassnahmen den Risikoanstieg abzumindern.



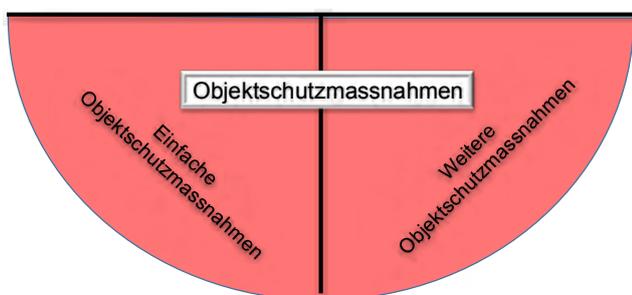
2 Nach Art. 3 RPV ist insbesondere das öffentliche Interesse an der beabsichtigten Anpassung des Nutzungsplans am vorgesehenen Standort den öffentlichen und privaten Interessen an der Störfallanlage gegenüberzustellen. Überwiegen die Interessen an der Anlage, kann die Nutzungsplananpassung in der vorgesehenen Form nicht vorgenommen werden.

Aufgrund der Rechtsgrundlagen kann die Planungsträgerin in Absprache mit der kantonalen Vollzugsbehörde Schutzmassnahmen anordnen. Diese können in Sondernutzungsplänen wie Gestaltungsplänen, Quartierplänen, Bebauungsplänen, Überbauungsordnungen etc. verbindlich festgehalten werden.

**Baubewilligungsverfahren in Bauzonen ohne vorgängige Koordination**

Bei risikorelevanten Vorhaben in Bauzonen, welche ohne Koordination nach Art. 11a StFV (s. Kap. 4 der Planungshilfe [1]) festgelegt wurden, ist in der Regel wenig Spielraum zur Umsetzung von raumplanerischen Schutzmassnahmen vorhanden. Hier besteht meist nur die Möglichkeit, mittels geeigneten OSM an Neubauten (s. Kap. 3) den Schutz der Gebäudenutzenden vor Störfalleinwirkungen zu erhöhen und damit den Risikoanstieg abzdämpfen (Abb. 6). Voraussetzung ist, dass an der Störfallanlage die Sicherheitsmassnahmen gemäss Art. 3 StFV und allenfalls die erforderlichen zusätzlichen Sicherheitsmassnahmen gemäss Art. 8 StFV umgesetzt sind. Die kantonalen Vollzugsbehörden können in diesen Fällen der Grundeigentümerschaft bzw. den Bauverantwortlichen im Rahmen einer Beratung die Umsetzung von geeigneten OSM vorschlagen.

Abb. 6: Schutzmassnahmen die üblicherweise bei risikorelevanten Bauvorhaben in Bauzonen ohne vorgängige Koordination nach Art. 11a StFV zur Verfügung stehen



**1.2 Zielsetzung**

Mit vorliegender Publikation wird ein Ansatz zur Evaluation von geeigneten einfachen und weiteren OSM an Neubauten<sup>3</sup> im Konsultationsbereich von Störfallanlagen vorgestellt. Es werden dabei insbesondere folgende Grundsätze berücksichtigt:

- Die Eignung von OSM ist im Lichte des Störfallrisikos zu beurteilen;
- OSM sind geeignet, wenn sie «wirksam» (Schutz) und «zumutbar» (Kosten, Einschränkungen für die Nutzung) sind. Dabei wird hinsichtlich der Wirksamkeit kein vollständiger Schutz der Gebäudenutzenden vorausgesetzt.

In diesem Sinne wurde das nachfolgende Schutzziel definiert, welches im Weiteren als Basis zur Diskussion der Eignung von OSM dient.

**Schutzziel der OSM<sup>4</sup>**  
 Den Gebäudenutzenden wird, dank der Schutzwirkung der OSM in den ersten Minuten eines Störfalls, die Flucht von der exponierten Fassade in einen geschützten Gebäudebereich erleichtert/ermöglicht.

Im Weiteren werden die früheren Arbeiten von verschiedenen kantonalen Vollzugsstellen zu OSM im Konsultationsbereich von Störfallanlagen (z. B. [2], [3] & [9]) berücksichtigt.

3 Sinngemäss können die nachfolgenden Ausführungen im Einzelfall auch auf andere Bauprojekte, wie bspw. relevante Sanierungen und Umnutzungen von Gebäuden angewendet werden.  
 4 Dieses Schutzziel und die daraus abgeleiteten Massnahmen (Tab. 1) können zwischen den Planenden und den Bauverantwortlichen für risikorelevante Planungs- oder Bauvorhaben in der Nutzungsvereinbarung (gemäss SIA 260, Grundlagen der Projektierung von Tragwerken, Ziff. 2.2) festgehalten werden.

### 1.3 Abgrenzung

Für die vorliegende Publikation gelten die folgenden Abgrenzungen:

- Betrachtet werden nur ausgewählte Störfallanlagen, für welche standardisierte Methoden zur Einschätzung der Risiken bzw. Schadensausmasse existieren. Es sind dies Eisenbahnanlagen, Durchgangsstrassen, Erdgashochdruckleitungen und Stehtankanlagen.<sup>5</sup> Diese Störfallanlagen sind zudem am häufigsten Gegenstand von Verfahren zur Koordination von Raumplanung und Störfallvorsorge.
- Im Vordergrund steht der Schutz von Personen in Gebäuden vor starker Hitzeeinwirkung gemäss den in den standardisierten Methoden (s. bspw. [6] und [8]) berücksichtigten Störfallszenarien. Es werden die nachfolgenden Szenarien als Bezugssysteme verwendet:
  - Fackelbrand und Feuerball bei Erdgashochdruckleitungen (EGHDL) mit 10 bis 12 Zoll Durchmesser und einem max. zulässigen technischen Betriebsdruck  $\leq 70$  bar.
  - Lachenbrand 50 m<sup>2</sup> auf Durchgangsstrassen.
  - Lachenbrand 200 m<sup>2</sup> auf Eisenbahnanlagen.
  - Bassinbrand bei Stehtankanlagen mit Bassinflächen von 3000 m<sup>2</sup>.
- Das in den standardisierten Methoden für Eisenbahnanlagen und Durchgangsstrassen berücksichtigte Szenario «Behälterversagen infolge Hitzeeinwirkung mit spontaner Freisetzung von Propan» (BLEVE) wird nicht berücksichtigt. Für die dabei zu erwartenden extremen Belastungen durch Überdruck stehen keine wirksamen und zumutbaren Schutzmassnahmen innerhalb des Konsultationsbereichs zur Verfügung. Das Szenario «Freistrahlenbrand Propan» wird auch nicht betrachtet. Falls bei Eisenbahnanlagen und Durchgangsstrassen diese Szenarien die Risikosummenkurve dominieren, sind spezifische Betrachtungen in Anlehnung an das Vorgehen gemäss der technischen Dokumentation [13] angezeigt.
- Erdgashochdruckleitungen werden nur mit einem Durchmesser von 10 bis 12 Zoll und einem max. zulässigen technischen Betriebsdruck (MOP) von  $\leq 70$  bar berücksichtigt, da sonst OSM keine hinreichende Schutzwirkung entfalten können. Zudem weisen Erdgashochdruckleitungen im urbanen Raum häufig diese technischen Eigenschaften auf. Die Letalitätsbereiche für Personen im Gebäude sind für diese Leitungen vergleichbar und liegen zumindest teilweise innerhalb des Konsultationsbereichs. Für Erdgashochdruckleitungen, welche deutlich von diesen Parametern abweichen, sind spezifische Betrachtungen mit Hilfe des Rahmenberichts [6] und der technischen Dokumentation [13] angezeigt.
- Eine personenschädigende Wirkung des Drucks als Folge von raschen Verbrennungsvorgängen (Feuerball) wird bei Erdgashochdruckleitungen in den standardisierten Risikoermittlungsmethoden nicht berücksichtigt. Das Schadensausmass dieser Szenarien wird vom Wärmefluss bestimmt. In dieser Arbeit wird aber die Druckwirkung insofern berücksichtigt, als die geeigneten OSM dem einfallenden Überdruck standhalten müssen, um den gewünschten Schutz vor der Wärmestrahlung zu gewährleisten.
- Für Stehtankanlagen wird stellvertretend eine Anlage mit Diesel oder Heizöl (entzündbare Flüssigkeit mit Flammpunkt  $> 23$  °C) mit einer massgebenden Bassinfläche von 3000 m<sup>2</sup> betrachtet. Diese Grösse ist in der Praxis häufig anzutreffen. Für Stehtankanlagen mit deutlich abweichender Bassinfläche oder anderen Produkten sind spezifische Betrachtungen mit Hilfe des Rahmenberichts [8] und der technischen Dokumentation [13] angezeigt (u. a. betreffend Gaswolkenexplosion und Gaswolkenbrand).
- Bei den betrachteten Gebäuden handelt es sich um Neubauten mit Wohnraum und/oder Arbeitsplätzen, die aus mehreren Brandabschnitten bestehen. Im Störfall können sich exponierte Gebäudenutzende weg von der Fassade in einen geschützten Bereich im Innern des Gebäudes – d. h. im nächsten Brandabschnitt – bewegen (s. Schutzziel in Kap. 1.2).

<sup>5</sup> Sinngemäss können die Ausführungen nach Kapitel 2 und 3 auch als Anhaltspunkte zur Beurteilung von geeigneten OSM im Einflussbereich weiterer Anlagen wie z. B. Lösungsmitteltanks, etc. eingesetzt werden.

---

## 1.4 Zielgruppen

Das vorliegende Dokument richtet sich in erster Linie an Behörden und Dienstleistungsunternehmen, welche massgeblich in die Koordination von raumwirksamen Tätigkeiten mit der Störfallvorsorge und damit in die Evaluation von geeigneten OSM eingebunden sind:

- Namentlich Behörden auf kommunaler oder kantonaler Ebene, welche von Gesetzes wegen die Planungskompetenz bei raumwirksamen Tätigkeiten innehaben und somit in Verfahren zur Koordination von Raumplanung und Störfallvorsorge oder in Baubewilligungsverfahren federführend sind (s. Kap. 3 und 4 in der Planungshilfe [1]).
- Kantonale Vollzugsbehörden der StFV, welche die Planungsträgerin bei Planungsvorhaben oder die Bauverantwortlichen im Rahmen von Baubewilligungsverfahren beraten.
- Dienstleistungsunternehmen, welche Behörden, Planungsträgerinnen, Bauverantwortliche oder Inhaber betreffend Störfallvorsorge in der Raumplanung beraten.

Im Weiteren richtet sich das vorliegende Dokument an folgende Stellen:

- Grundeigentümer bzw. Bauverantwortliche und deren Planende (Architekturschaffende und im Bauingenieurwesen tätige Personen). Für diese ist es wichtig, in einer möglichst frühen Phase der Vorbereitung eines Planungs- oder Baubewilligungsverfahrens die Eignung von OSM einschätzen zu können. Je früher dies geschieht, desto eher können gewisse OSM einfach und mit kleinstmöglichen Zusatzkosten in das Projekt integriert werden.
- Inhaber von Störfallanlagen, welche im Rahmen des Koordinationsprozesses bei Planungs- oder Baubewilligungsverfahren in die Massnahmenevaluation involviert sind.
- Vollzugsbehörden der StFV für Anlagen im Bundesvollzug, d. h. Eisenbahn, Nationalstrasse, Erdgashochdruckleitungen und Tankanlagen des Bundes.

Im Anhang A4 werden zur Erinnerung und der Vollständigkeit halber wichtige Grundlagen der Störfallvorsorge zusammengefasst und weitere Informationen über Internet-Links zugänglich gemacht.

## 2 Kriterien zur Prüfung der Eignung von Objektschutzmassnahmen

Für risikorelevante Planungs- oder Bauvorhaben im Sinne der Planungshilfe [1], werden hier Kriterien zur Beurteilung der Eignung von OSM beschrieben. Es wird vorgeschlagen, die Lage der Summenkurve oder das Ausmass der möglichen Schädigungen der Bevölkerung zu berücksichtigen. Zudem sollen geeignete OSM auch wirksam und zumutbar sein.

### Lage der Summenkurve

Dieses Kriterium bezieht sich auf das von Störfallanlagen ausgehende, kollektive Risiko, unter Berücksichtigung der zukünftigen Nutzung bzw. Bebauung. Die Beurteilung der Lage der Summenkurve erfolgt normalerweise basierend auf Resultaten aus sogenannten Screeningmethoden oder Risikoermittlungen, wobei jeweils ortsspezifische Parameter, z. B. bezüglich den Gefahrguttransportmengen berücksichtigt werden. Eine Evaluation von weiteren OSM ist bei risikorelevanten Vorhaben angezeigt, wenn die Risiken der Störfallanlage nach einer Interessenabwägung durch die Vollzugsbehörde als nicht tragbar beurteilt werden und der Inhaber der Störfallanlage zusätzliche Sicherheitsmassnahmen nach Art. 8 StFV prüfen muss.

In Anlehnung an die Vollzugserfahrungen bei Erdgas-hochdruckleitungen und nach dem Vorsorgeprinzip wird empfohlen, weitere OSM und zusätzliche Sicherheitsmassnahmen bei Planungsvorhaben zu evaluieren, wo die Summenkurve unter Berücksichtigung des Vorhabens zumindest teilweise über dem unteren Viertel des Übergangsbereichs<sup>6</sup> gemäss den Beurteilungskriterien [11] zu liegen kommt. Bei Baubewilligungsverfahren ohne vorgängige Koordination und wo eine Risikoabschätzung des Inhabers vorliegt, kann die Schwelle für die Empfehlung von weiteren OSM aufgrund des eingeschränkten Handlungsspielraums höher angesetzt werden. D.h., wenn die Risikosummenkurve in der oberen Hälfte des Übergangsbereichs<sup>7</sup> verläuft.

### Ausmass der möglichen Schädigungen der Bevölkerung

Dieses Kriterium kann bei Stehtankanlagen anstelle der Lage der Summenkurve angewendet werden, da meistens keine Risikoermittlung vorliegt. Das Ausmass ist gemäss Rahmenbericht [8] zu ermitteln. Eine Evaluation von weiteren OSM und zusätzlichen Sicherheitsmassnahmen ist sowohl im Planungs- wie auch im Baubewilligungsverfahren angezeigt, wenn infolge der vorgesehenen zukünftigen Nutzung/Bebauung das Ausmass 10 Todesopfer erreicht oder übersteigt.

### Wirksamkeit

Das Kriterium «Wirksamkeit einer OSM» bemisst sich an der Minderung des mutmasslichen Schadenausmasses für die Gebäudenutzenden (Reduktion der Anzahl Todesopfer) im Störfall oder der Reduktion der Wahrscheinlichkeit, dass Gebäudenutzende durch einen Störfall ums Leben kommen. Eine OSM ist wirksam, wenn sie den exponierten Gebäudenutzenden die Flucht weg von der Fassade in einen geschützten Bereich ermöglicht oder zumindest erleichtert. Eine wirksame OSM muss keinen absoluten Schutz bieten, um als wirksam bezeichnet zu werden.

### Zumutbarkeit

Eine OSM ist qualitativ gesehen zumutbar, wenn deren Mehrkosten oder Nutzungseinschränkungen in einem vernünftigen Verhältnis zur Schutzwirkung stehen.

<sup>6</sup> Dies ist der Fall bei Ampelwerten  $\geq 0,05$ . Der Ampelwert ist ein sogenannter «Exceeding Factor», die Akzeptabilitätslinie entspricht einem Ampelwert von 1. So ergeben sich im Übergangsbereich «Exceeding Factors», bzw. Ampelwerte im Bereich  $0,01 \leq x \leq 0,1$ .

<sup>7</sup> Dies ist der Fall bei Ampelwerten  $\geq 0,1$  (jedoch nicht grösser als 1).

## 3 Geeignete Objektschutzmassnahmen zum Schutz der Gebäudenutzenden

In diesem Kapitel wird beschrieben, welche einfachen und weiteren OSM im Lichte der Kriterien gemäss Kapitel 2 im Konsultationsbereich von Erdgashochdruckleitungen, Durchgangsstrassen, Eisenbahnanlagen sowie Stehtankanlagen in der Regel wirksam und zumutbar sind. Im Kapitel 3.1 wird auf die einfachen OSM eingegangen. Im Kapitel 3.2 werden die weiteren OSM aufgezeigt.

### 3.1 Einfache Objektschutzmassnahmen

Bei risikorelevanten Vorhaben im Konsultationsbereich sind die einfachen OSM zu evaluieren. Diese OSM verursachen keine signifikanten Mehrkosten. Eine Differenzierung aufgrund der Lage der Summenkurve oder des Ausmasses der möglichen Schädigung erübrigt sich. Nachfolgende Beispiele geben eine nicht abschliessende Übersicht zu einfachen OSM, die oft<sup>8</sup> als geeignet bezeichnet werden können:

- Gebäudeteile die regelmässig durch Personengruppen genutzt werden, abgewandt von der Störfallanlage anordnen. Dafür Gebäudeteile mit sekundären Nutzungen, wie z. B. Lager- oder Technikräume bevorzugt in Richtung der Störfallanlage einplanen.
- Anpassung der Terraingestaltung um zu verhindern, dass Gefahrgüter gegen Fassaden oder ins Gebäudeinnere (z. B. via Tiefgarageneinfahrt) abfliessen. Dies kann z. B. durch ein vom Gebäude wegführendes Gefälle (grösser als die üblichen 2 %) der versiegelten Flächen, Mauern, Schwellen, angepasste Entwässerungssysteme (z. B. Schlitzrinnen) oder den Verzicht auf versiegelte Flächen und Fassadenöffnungen (z. B. Lichtschächten auf Bodenhöhe) erzielt werden.
- Sicherstellen von Fluchtmöglichkeiten für alle Gebäudenutzenden, die möglichst gut vor direkter Hitzeeinwirkung geschützt sind. So wird die Flucht weg von einer

exponierten Fassade in einen geschützten Bereich im Gebäude oder im Freien ermöglicht, oder zumindest stark erleichtert. Ein geschützter Bereich kann bspw. ein von der exponierten Fassade abgesetzter Brandabschnitt wie ein Fluchttreppenhaus sein. Fluchtmöglichkeiten sollen nicht an ungeschützten Fassadenöffnungen entlang und in Richtung Störfallanlage führen. Dies gilt insbesondere für die Lage von Treppenanlagen. Entsprechend ist bspw. die Erschliessung regelmässig genutzter Räume ausschliesslich über Laubengänge, welche in Richtung der Störfallanlage weisen, zu vermeiden.

- Reduktion der Fensterflächen der regelmässig von Personen genutzten Räume, die in Richtung Störfallanlage orientiert sind und nicht durch ein anderes Gebäude vom Ereignisort abgeschirmt werden, auf das notwendige Mass. Auf eine Vollverglasung sollte in solchen Fällen verzichtet werden.
- Frischluftansaugungen von Lüftungsanlagen an geschützten Stellen anordnen, d. h. möglichst hoch über dem Terrain und von der Störfallanlage abgewandt. Idealerweise verfügt die Lüftungsanlage über eine den Gebäudenutzenden zugängliche Steuerung, mit welcher die Frischluftzufuhr (Aussenluft) unterbrochen werden kann.

### 3.2 Weitere Objektschutzmassnahmen

Die weiteren OSM sind eher teure bauliche Schutzmassnahmen, weshalb deren Wirksamkeit und Zumutbarkeit nicht vorweg als gegeben betrachtet werden kann. Weitere OSM umfassen vor allem verstärkte Verglasungen (resp. Fenster) sowie weitere Schutzmassnahmen an den exponierten Gebäudefassaden, wie nicht brennbare Aussenwandbekleidungen und Dämmstoffe. Auf letztere wird hier nicht eingegangen, diese haben für Wohn- und Arbeitsnutzungen einen untergeordneten Einfluss zur Erreichung des hier postulierten Schutzziels (s. Kap. 1.3). Die Materialisierung der Aussenwandbekleidung und -dämmung muss die Anforderungen gemäss den gültigen

<sup>8</sup> Wenn bspw. davon auszugehen ist, dass einer OSM keine Schutzwirkung zugeschrieben werden kann, so ist sie nicht umzusetzen. Beispiel: Wenn aufgrund der örtlichen Verhältnisse – z. B. eines in Richtung Gebäude stark ansteigenden Terrains – nicht damit zu rechnen ist, dass flüssige Gefahrgüter im Ereignisfall bis in den Bereich einer Tiefgarageneinfahrt abfliessen, so sind dort keine Massnahmen zum Schutz der Einfahrt zu ergreifen.

Brandschutznormen und -richtlinien erfüllen, womit einer raschen Brandausbreitung über die Fassade bereits entgegengewirkt wird.

Die Wirksamkeit und Zumutbarkeit von verstärkten Verglasungen kann wie nachfolgend beschrieben eingeschätzt werden, was zu den geeigneten weiteren OSM (s. Tab. 1) führt:

### Wirksamkeit

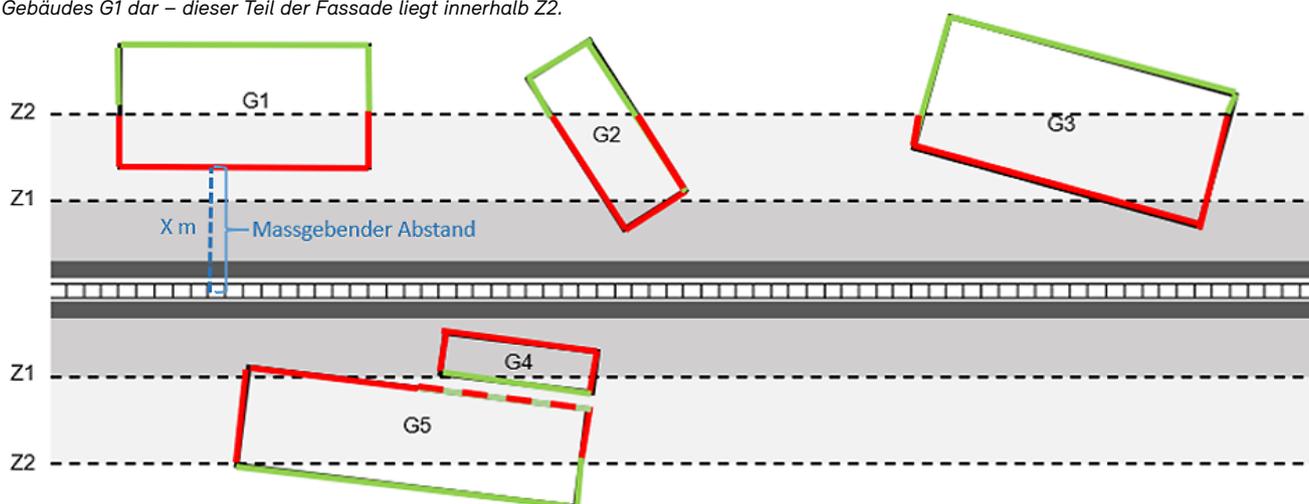
Die Wirksamkeit einer verstärkten Verglasung hängt vornehmlich vom Abstand und von der Exposition der Fassade relativ zur Störfallanlage ab, wie dies in Abb. 7 schematisch dargestellt ist. Bezüglich der Wirksamkeit von weiteren OSM werden die Abstandsbereiche Z1 und Z2 unterschieden (s. Herleitung in der technischen Dokumentation [13], Kap. 5). Bei Fassaden in diesen Abstandsbereichen, die wenig exponiert bzw. geschützt sind, kann auf verstärkte Verglasungen verzichtet werden. Weniger exponiert sind Fassaden in der zweiten Gebäudereihe, die durch ein davorliegendes, mindestens gleichhohes Gebäude vor Hitzeabstrahlung abgeschirmt werden (rot-grüne Linien in Abb. 7). Geschützt sind die der Störfallanlage abgewandten Fassaden (grüne Linien in Abb. 7). Bei Erdgashochdruckleitungen ist zu beachten, dass bei einem Fackelbrand, welcher Flammenhöhen von mehr als

100 m erreichen kann, die Abschirmung einer Gebäudefassade durch ein davor liegendes Gebäude oft nur gering ist. Zur Festlegung der Exposition von Fassaden ist im Zweifelsfall eine Beratung durch spezialisierte Dienstleistende oder die zuständige kantonale Vollzugsbehörde notwendig. Dabei gilt es z. B. den Winkel, in welchem die Hitzestrahlung auf die Fassade eines Neubaus fällt, zu berücksichtigen (s. dazu bspw. das Vorgehen aus [9], Seite 6). Die Exposition einer Fassade ist auch von topografischen Verhältnissen abhängig (Beispiel: Fassade in einer Geländemulde, die tiefer liegt als die Störfallanlage). Zudem sind verstärkte Verglasungen in diesen Bereichen nicht wirksam, wenn die Fassade Innenräume abgrenzt, die einen eigenen Brandabschnitt bilden und nur ausnahmsweise oder nur während kurzer Zeit von Personen genutzt werden (bspw. Technikräume).

Die exponierten Fassaden können unter Berücksichtigung der betrachteten Szenarien (nach Kap. 1.3) nahe an der Störfallanlage hohen Wärmeflüssen von bis zu  $> 100 \text{ kW/m}^2$  ausgesetzt sein. Bei Erdgashochdruckleitungen (10–12 Zoll Durchmesser und  $\leq 70 \text{ bar}$ ) ist zusätzlich ein Überdruck um 0,5 bar durch den Abbrand eines Feuerballs möglich. Die in diesem Kapitel aufgezeigten Verglasungen widerstehen solchen Einwirkungen in den ersten Minuten eines Ereignisses (s. angenommene Beständigkeit gem. Tab. 1). Sie

**Abb. 7: Wirksamkeit verstärkter Verglasungen in den Abstandsbereichen Z1 und Z2 am Beispiel einer der StfV unterstellten Eisenbahnanlage. Für die rot dargestellten Fassadenteile ist die Wirksamkeit gegeben. Bei deutlich weniger exponierten Fassaden (rot-grün) und erst recht bei geschützten Fassaden (grün) nicht.**

Die blau gestrichelte Linie stellt den massgebenden Abstand zwischen einer Störfallanlage und einem Teil der exponierten Fassade des Gebäudes G1 dar – dieser Teil der Fassade liegt innerhalb Z2.





---

lediglich als Orientierungsgrössen zu verstehen und sollen im Einzelfall abgeklärt werden.

- Für Erdgashochdruckleitungen, welche deutlich von den aufgezeigten Parametern abweichen (Durchmesser 10 bis 12 Zoll Durchmesser und max. zulässiger technischer Betriebsdruck von  $\leq 70$  bar), können die Abstandsbereiche nicht direkt übernommen werden. In diesem Fall sind spezifische Betrachtungen mit Hilfe des Rahmenberichts [6] sowie der technischen Dokumentation [13] notwendig.
- Bei Planungsvorhaben bis 35 m um Erdgashochdruckleitungen  $\geq 10''/50$  bar und  $\leq 12''/70$  bar sollte, wenn immer möglich, auf Ein- und Aufzonen verzichtet werden, die zu einer wesentlichen Erhöhung der Personendichte führen. Die Einwirkungen bei einem Feuerball oder Fackelbrand sind so hoch ( $> 100 \text{ kW/m}^2$  und  $> 0,5$  bar), dass die Schutzwirkung der OSM in nächster Nähe deutlich eingeschränkt ist. Wird anhand einer Interessenabwägung nach Art. 3 des Raumplanungsgesetzes einem entsprechenden Standort trotzdem zugestimmt, sollten die Massnahmen  $M1_{\text{EGHDL}}$  umgesetzt werden.
- Für Stehtankanlagen mit deutlich abweichenden Basinflächen können die Abstandsbereiche nicht direkt übernommen werden. In diesem Fall sind spezifische Betrachtungen mit Hilfe des Rahmenberichts [8] sowie der technischen Dokumentation [13] notwendig.

### Beispiel

Im Fall eines Neubaus in einer rechtsgültigen Bauzone, ohne vorgängige Koordination im Planungsverfahren, ist an einer Eisenbahnanlage mit Risikosummenkurven im oberen Übergangsbereich die Zumutbarkeit der OSM  $M1_{\text{LB}}$  (LB = Lachenbrand) bis zu einem Abstand von 20 m zur Gleisachse des nächstgelegenen Durchfahrtsgleises gegeben. Für das Massnahmenpaket  $M2_{\text{LB}}$  gilt dasselbe bis in einem Abstand von 45 m. Ab einem Abstand von 45 m ist eine ausreichende Schutzwirkung auch durch moderne 3-fach-Isolierverglasungen gegeben. Bei Neubauten mit Büronutzungen werden bspw. grossformatige 3-fach-Isolierverglasungen mit Einscheibensicherheitsglas (ESG) von bis zu 6 mm eingebaut.

### Geeignete weitere OSM – verstärkte Verglasungen

Verstärkte Verglasungen, die über die in Tabelle 1 aufgelisteten Beständigkeiten verfügen, können als wirksam bezeichnet werden. Die Beispiele sind in der Regel zumutbar. Sie erheben aber nicht den Anspruch alle möglicherweise geeigneten verstärkten Verglasungen aufzuzeigen.

**Tab. 1: Geeignete verstärkte Verglasungen als weitere OSM an exponierten Fassaden in Abhängigkeit des Abstandsbereichs (M1 in Z1, M2 in Z2)**

$M_{LB}$  = OSM bei Lachenbrandszenarien,  $M_{EGHDL}$  = OSM gegen Feuerball und Fackelbrand an Erdgashochdruckleitungen.

OSM	Angenommene Hitzebeständigkeit über mehrere Minuten	Angenommene Druckbeständigkeit	Beispiel 1	Beispiel 2
<b>Erdgashochdruckleitungen (EGHDL)</b>				
Fackelbrand und Feuerball bei EGHDL mit 10 bis 12 Zoll Durchmesser und einem max. zulässigen technischen Betriebsdruck $\leq 70$ bar				
$M1_{EGHDL}$	100 kW/m <sup>2</sup>	0,5 bar	Zertifiziertes System (Glas und Rahmen) für Brandschutz EI30 und Explosionshemmung EPR1 nach EN13123-1 oder EXR1 nach EN13123-2. Aufgebaut als Dreifachverglasung mit Brandschutzverglasung als innerstes Glas.	Zertifiziertes System (Glas und Rahmen) für Brandschutz EI30 aufgebaut als Dreifachverglasung mit Brandschutzverglasung als innerstes Glas. Rechnerischer Nachweis der Beständigkeit auf dynamische Druckbelastung des Gesamtsystems durch spezialisiertes Ingenieurbüro (Glas und Rahmen).
$M2_{EGHDL}$	60 kW/m <sup>2</sup>	0,5 bar	Wie $M1_{EGHDL}$ , aber mit aufschäumendem Brandschutzglas EW30 (anstelle von EI30) als zertifiziertem System (Glas und Rahmen)	Wie $M1_{EGHDL}$ , aber mit aufschäumendem Brandschutzglas EW30 (anstelle von EI30) als zertifiziertem System (Glas und Rahmen)
<b>Durchgangsstrassen, Eisenbahnlinien und Stehtankanlagen (LB)</b>				
Lachenbrand auf Durchgangsstrassen und Eisenbahnanlagen. Bassinbrand bei Stehtankanlagen mit Bassinflächen von 3000 m <sup>2</sup> .				
$M1_{LB}$	50 kW/m <sup>2</sup>	Mindestens Windlasten (d. h. keine erhöhte Anforderung)	Zertifiziertes System (Glas und Rahmen) für Brandschutz EW30 mit aufschäumendem Brandschutzglas. Aufgebaut als Dreifachverglasung mit der Brandschutzverglasung als innerstes Glas.	Zertifiziertes System (Glas und Rahmen) für Brandschutz EW30, monolithisches Brandschutzglas. Aufgebaut als Dreifachverglasung mit der Brandschutzverglasung als innerstes Glas.
$M2_{LB}$	30 kW/m <sup>2</sup>	Mindestens Windlasten (d. h. keine erhöhte Anforderung)	Dreifachverglasung mit ESG oder TVG, mindestens 6 mm.	Dreifachverglasung mit VSG aus min. 2 x 4 mm TVG.

Folgende Hinweise zu Tabelle 1 gilt es zu beachten und im Einzelfall zu beurteilen:

- Die Strahlungsintensitäten nehmen bei einem Lachenbrand, wie er für Bahnlagen, Durchgangsstrassen und Stehtankanlagen angenommen wird, mit zunehmender Höhe ab. Eine verstärkte Verglasung an exponierten Fassaden ist bei Bahnlagen und Stehtankanlagen in der Regel nur bis in eine Höhe von ca. 25 m wirksam. Bei Durchgangsstrassen wird diese Grenze bei ca. 20 m erreicht. Bis in welche Gebäudehöhe verstärkte Verglasungen im Einzelfall geeignet sind, ist unter Berücksichtigung von bspw. der topografischen Gegebenheiten zu bestimmen. Bei Erdgashochdruckleitungen ist der Einsatz von verstärkten Verglasungen in der Regel über die gesamte Höhe einer exponierten Fassade<sup>14</sup> wirksam.
- Bei Räumen direkt hinter exponierten Fassaden, welche einen eigenen Brandabschnitt bilden und wo sich nur kurzzeitig Personen aufhalten – wie Technikräume, Waschanlagen, Toiletten – kann auf den Einbau von verstärkten Verglasungen verzichtet werden. Der Brandabschnitt wirkt bereits als Schutzriegel und verzögert die Brandausbreitung in das Gebäude. Dies gilt nicht für Fassadenöffnungen in Fluchttreppenhäusern oder Fluchtwegen entlang exponierter Fassaden, so solche denn unumgänglich sind (s. Kap. 3.1). Diese sind in jedem Fall mit OSM zu schützen, um die Selbstrettung der Gebäudenutzenden in geschützte Bereiche zu ermöglichen.
- Wo verstärkte Verglasungen eingebaut werden, sollten diese nach Möglichkeit nicht offenbar ausgeführt werden. Dies, um die Schutzwirkung durchgehend zu gewährleisten, insbesondere bei Verglasungen an Fluchtwegen.

### 3.3 Geeignete Objektschutzmassnahmen für empfindliche Einrichtungen

Grundsätzlich sollen empfindliche Einrichtungen nicht im Konsultationsbereich errichtet werden (s. Planungshilfe, Kap. 3.2.3). Falls trotzdem empfindliche Einrichtungen innerhalb eines Konsultationsbereichs geplant werden, sollten diese ausserhalb des Bereichs mit relevanten Wirkungen (d. h. ausserhalb von Z2) zu liegen kommen.

Wegen der reduzierten Selbstrettungsfähigkeit wird ein Störfall bei empfindlichen Einrichtungen in der Regel ein höheres Schadenausmass verursachen als bei normalen Nutzungen mit gleicher Personenexposition. Dies hat zur Folge, dass für empfindliche Einrichtungen geeignete OSM eine höhere Schutzwirkung bieten müssen. Daraus können in der Praxis bspw. zusätzliche Anforderungen an die Beständigkeit von Verglasungen sowie Anforderungen an die Brennbarkeit von Aussenwandbekleidungen und Dämmstoffen resultieren.

<sup>14</sup> Bei Abbrand von unter Druck stehendem Erdgas aus leckgeschlagenen Erdgashochdruckleitungen ist bis in grosse Höhen mit hohen Strahlungsintensitäten zu rechnen.

---

## 4 Berücksichtigung der Schutzwirkung von Verglasungen in Risikoberechnungen oder Ausmasseinschätzungen nach Störfallverordnung

Die Abschätzung der Risikoveränderung unter Berücksichtigung der Schutzwirkung von Verglasungen erfolgt bei Planungsvorhaben im Rahmen des in der Planungshilfe des Bundes [1] beschriebenen Koordinationsprozesses. Bei Bauvorhaben kann die Schutzwirkung bei der Nachführung von Kurzbericht oder Risikoermittlung nach Art. 8a StFV berücksichtigt werden.

In diesem Kapitel wird aufgezeigt, wie die Schutzwirkung der verstärkten Verglasungen aus Kapitel 3.2 in Ausmasseinschätzungen, Screeningberechnungen oder Risikoermittlungen zur Geltung gebracht werden kann. Die Quantifizierung der Schutzwirkung gegenüber den als Bezugssystem festgelegten Szenarien (s. Kap. 1.3) basiert auf Abschätzungen aus der technischen Dokumentation [13]. Dabei wurden nachfolgende Grundsätze berücksichtigt:

- Die Einschätzungen basieren soweit möglich auf bestehenden Rahmenberichten und Screeningmethoden (wie [6], [7], [8], etc.).
- Die Druckwirkung beim Abbrand von Feuerbällen an Erdgashochdruckleitungen wird gemäss den Modellierungen des Labor Spiez [14] berücksichtigt.
- Wo Grundlagen bezüglich der Beständigkeit von Brandschutzverglasungen gegenüber obigen Einwirkungen fehlen, wurden diese durch fachkundige Sachverständige eingeschätzt.

Die resultierenden Korrekturfaktoren zur Quantifizierung der Schutzwirkung sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Die in den standardisierten Methoden zum Vollzug der StfV angewendeten Letalitäten in Gebäuden (Gebäudeletalität) können für jene Gebäude, die mit den geeigneten weiteren OSM gemäss Kap. 3.2 ausgerüstet sind, mit den Korrekturfaktoren aus Tabelle 2 multipliziert werden. Im Anhang A5 dieser Publikation findet sich ein Beispiel, welches illustriert, wie die Korrekturfaktoren in Risikoabschätzungen einfließen können.

**Tab. 2: Korrekturfaktoren für Letalitäten in Gebäuden mit verstärkten Verglasungen. Die Letalitäten sind den Screeningmethoden und Rahmenberichten zum Vollzug der StfV zu entnehmen.**

Störfallquelle	Korrekturfaktor <sup>1</sup> auf die Letalität von Personen in Gebäuden mit verstärkten Verglasungen		Korrekturfaktor gilt für folgende Grundlage	Korrekturfaktor gilt für folgende Szenarien / Leitstoffe
	Z1	Z2		
Durchgangsstrassen	0,1 <sup>2</sup>		Screeningmethodik 2010	Lachenbrand / Benzin
Eisenbahnanlagen	0,1 <sup>2</sup>		Screeningmethodik 2011, BAV	Lachenbrand / Benzin
Eisenbahnanlagen	0,05	0	Berechnung und Auswertung Störfallrisiken Eisenbahn (BASE) <sup>3</sup> , BAV	Lachenbrand / Benzin
Erdgashochdruckleitungen 10–12''/≤ 70 bar	0,7	0,6	Rahmenbericht 2010, Schweizerische Erdgaswirtschaft	Feuerball
	0,2	0		Fackelbrand
Stehtankanlagen <sup>4</sup>	0,1	0	Rahmenbericht 2005, CARBURA	Bassinbrand / Flüssige Brenn- und Treibstoffe

- 1 Die jeweilige Gebäudeletalität nach Screeningmethoden oder Rahmenberichten wird über beide Abstandsbereiche Z1 und Z2 mit dem Faktor aus Tabelle 2 korrigiert. Ein Faktor von 0,1 bedeutet bspw., dass die Letalität im Gebäude um 90 % reduziert wird.
- 2 In der Screeningmethodik 2010 für Durchgangsstrassen sowie der Screeningmethodik 2011 für die Bahn werden im Bereich von 0 bis 50 m gemittelte Letalitäten verwendet. Eine Aufteilung in Z1 und Z2 macht aus diesem Grund keinen Sinn. Der Faktor 0,1 entspricht dem gerundeten Mittelwert aus Tab.6 in der Technischen Dokumentation [13]. Der Faktor 0,1 wird bei Durchgangsstrassen bis in einen Abstand von 30 m und bei Eisenbahnlinien bis 45 m angewendet.
- 3 In BASE können für Bau- oder Planungsvorhaben nicht zwei Korrekturfaktoren über Z1 und Z2 eingesetzt werden. Es kann nur ein Wert für den angepassten Gebäudeschutz eingegeben werden. Ein Wert > 1 bedeutet dabei, dass der Gebäudeschutz erhöht ist. Die Letalität im Gebäude wird entsprechend durch den korrigierten Gebäudeschutz dividiert. Für den gesamten Distanzbereich Z1 und Z2 soll (proportional zu den entsprechenden Flächen) der Faktor 1/0,05 = 20 verwendet werden.
- 4 Für Stehtankanlagen wird der gerundete Faktor aus Tab.5 der technischen Dokumentation [13] auf die entsprechende Letalität im Freien angewendet, da in diesem Rahmenbericht keine Gebäudeletalität definiert ist.

---

# Anhang

## A1 Begriffe

Die wichtigsten Begriffe werden nachfolgend entsprechend ihrer Verwendung in der vorliegenden Publikation erläutert:

### (Störfall-) Anlage

Anlage, welche der Störfallverordnung untersteht; in dieser Publikation sind Eisenbahnanlagen, Durchgangsstrassen, Erdgashochdruckleitungen und Stehtankanlagen angesprochen.

### Ampelwert

Der Ampelwert beschreibt den Faktor, um den der kritischste Punkt einer Summenkurve unterhalb (falls Ampelwert  $< 1$ ) oder oberhalb (falls Ampelwert  $> 1$ ) der Akzeptabilitätslinie (obere Grenze des Übergangsbereichs) liegt. Bsp.: Bei einem Ampelwert von 0,1 liegt die Summenkurve überall um mindestens einen Faktor 0,1 unterhalb der Akzeptabilitätslinie.

### Empfindliche Einrichtungen

Empfindliche Einrichtungen sind Objekte mit erschwerter Evakuierbarkeit der Bevölkerung (aufgrund reduzierter Mobilität der Bevölkerung oder grossen Personenansammlungen). Dazu zählen u. a. Spitäler, Altersheime, Beherbergungsstätten und Arbeitsplätze für Personen mit eingeschränkter Mobilität, Gefängnisse, Kindergärten, Schulen, Kindertagesstätten, Eventhallen, Stadien, Einkaufszentren und Blaulichtorganisationen (Planungshilfe [1] Anh. 6 Glossar & Tab. 1).

### Nutzungseinschränkung

Vorgaben mit negativen Folgen auf die Attraktivität eines Gebäudes für die Nutzenden, die sich nicht ohne Weiteres monetär messen lassen (ausser gegebenenfalls über die erzielbaren Mieterträge). Beispiele: Einschränkung der Fenstergrösse und damit des Lichteinfalls, Verbot zur Nutzung attraktiver Flächen (z. B. Terrassen), Einschränkungen bei der Nutzung gewisser Innenräume.

### Objektschutzmassnahme

Massnahme an einem Gebäude, um Personen, die sich im Gebäudeinnern aufhalten, vor den Wirkungen von Störfällen zu schützen. Darunter fallen bauliche Massnahmen, welche bspw. die Ausgestaltung der Gebäudehülle betreffen.

Einfache Objektschutzmassnahmen führen zu keinen signifikanten Mehrkosten und/oder Nutzungseinschränkungen, so dass die Zumutbarkeit automatisch gewährleistet ist. Beispiele: optimierte Anordnung von Fluchtwegen oder von Gebäudeteilen mit erhöhtem Personenaufkommen.

Weitere Objektschutzmassnahmen führen zu signifikanten Mehrkosten und/oder Nutzungseinschränkungen. Der Einsatz von Brandschutzverglasungen und Verglasungen mit gewisser Druckbeständigkeit gehören bspw. in diese Kategorie. Bei diesen Objektschutzmassnahmen ist die Zumutbarkeit zu prüfen.

### Planerische Schutzmassnahmen

Massnahmen ausserhalb der Störfallanlage, die bei der Richt- oder Nutzungsplanung berücksichtigt werden können und im Sinne der Vorsorge mögliche Störfalleinwirkungen für Gebäudenutzende verhindern. Dazu gehören bspw. die Einhaltung eines Schutzabstands zur Störfallanlage (Lage des Gebäudes), die geeignete Ausrichtung des Grundrisses oder die Festlegung der Nutzungsart.

### Risikorelevanz

Bezieht sich auf Planungen und Bauvorhaben innerhalb des Konsultationsbereichs. Eine Risikorelevanz ist dann gegeben, wenn die Planung oder das Bauvorhaben zu einer erheblichen Erhöhung des Störfallrisikos führt. (Planungshilfe [1] Anh. 6 Glossar).

### Screening

Netzweite, konservative Abschätzung und Darstellung der Störfallrisiken, die von netzförmigen Anlagen für die Bevölkerung und die Umwelt ausgehen. Sie basiert auf vereinfachten Berechnungsmethoden (Screeningmethoden). (Handbuch zur StFV [10], Anhang A1 Begriffsdefinitionen).

---

**Summenkurve**

Treppenlinie im Wahrscheinlichkeits-/Ausmassdiagramm (W/A-Diagramm), welche die Summe aller möglichen Ereignisse mit Wahrscheinlichkeiten (Ordinate) und Ausmassen (Abszisse) darstellt. Die «Wahrscheinlichkeiten» mit der Einheit [Ereignisse pro Jahr] (s. Beurteilungskriterien [11], Anhang A2 Begriffsdefinitionen).

**Störfall**

Ein ausserordentliches Ereignis in einem Betrieb, auf einem Verkehrsweg oder an einer Rohrleitungsanlage, bei dem erhebliche Einwirkungen auftreten:

- (a) ausserhalb des Betriebsareals;
- (b) auf oder ausserhalb des Verkehrswegs;
- (c) ausserhalb der Rohrleitungsanlage (Art. 2 Abs. 4 StFV).  
(Handbuch zur StFV [10], Anhang A1 Begriffsdefinitionen)

## A2 Abkürzungen

### EI30-Verglasung

Brandschutzglas (E) als Raumabschluss mit Wärmeisolation (I), bestehend aus speziell vorgespanntem Glas mit Kantenschutz zur Reduktion von Spannungen bei Hitze- einwirkung und versehen mit mehreren Thermo- transformationsschichten, die bei Hitze- einwirkung aufschäumen. Ein EI30-Glas widersteht einem definierten Normbrand während mindestens 30 Minuten, so dass die Temperatur des Bauteils auf der brandabgewandten Seite einen definierten Grenzwert (Temperaturanstieg < 140 K) nicht überschreitet.

### EW30-Verglasung

Brandschutzglas (E) als Raumabschluss mit teilweise- m Schutz vor der Übertragung starker Hitze ins Gebäude- innere während 30 Minuten. Auch EW30-Gläser können eine aufschäumende Brandschutzschicht (Thermo- transformationsschicht) wie EI30-Gläser enthalten. Die Schutzwirkung liegt zwischen einer E30- und einer EI30-Brandschutzverglasung. Das Prüfverfahren basiert auf dem gleichen Normbrand wie für EI30. Es fehlt im Vergleich zu EI30 aber ein Kriterium hinsichtlich der zulässigen maximalen Temperatur des Bauteils auf der brandabgewandten Seite. EW30 Verglasungen dürfen in 1 m Entfernung auf der Innenseite gemessen eine Hitze- strahlung von 15 kW/m<sup>2</sup> nicht überschreiten. Brandschutz- systeme EW30 sind international etabliert, in der Schweiz aber wenig verbreitet, da der Standard im schweizerischen Brandschutzregelwerk nicht erwähnt wird.

### ESG

Einscheibensicherheitsglas, welches kurzfristig Tempe- raturen von 250–300 °C, Temperaturunterschiede von 150–200 °C und dauerhaft Temperaturen bis max. 200 °C aushält.

### EPR1

Bei der Prüfung mit dem Stossrohr nach EN13124-1 wird das Bauteil einer maschinell erzeugten Druckwelle ausgesetzt, die der Detonationswelle von 100 kg bis 2500 kg TNT im Abstand von 35 m bis 50 m zum Bauteil entspricht. Anhand der Bauteilschädigung erfolgt anschließend die Zuordnung zu einer der Explosionsdruckhemmungsklassen EPR. EPR1 widersteht einem Maximaldruck der reflektieren Druck- welle von 0,5 bar bei einem Impuls von 3,7 bar × ms und einer Druckphase von ≥ 20 ms.

### EXR1

Beim Freilandversuch nach EN13124-2 werden 3 kg bis 20 kg TNT in 3 m bis 5 m Abstand vom Bauteil zur Explo- sion gebracht. Anhand der Bauteilschädigung erfolgt die Zuordnung zu der Sprengwirkungshemmungsklasse EXR. EXR1 widersteht einem Maximaldruck der reflektieren Druckwelle von 2,5 bar bei einem Impuls von 3 bar × ms.

### EGHDL

Erdgashochdruckleitung

### MOP

Maximal zulässiger technischer Betriebsdruck einer Erdgashochdruckleitung.

### OSM

Objektschutzmassnahme (s. Definition oben)

### StFV

Störfallverordnung

### TVG

Teilvorgespanntes Glas (TVG) wird im gleichen Herstell- prozess wie Einscheibensicherheitsglas (ESG) hergestellt, jedoch langsamer abgekühlt, und unterscheidet sich so durch ein geringeres Mass der Vorspannung. TVG hat eine geringere Belastbarkeit als ESG.

### VSG

Verbundsicherheitsglas, in der Regel bestehend aus zwei Float-Gläsern, die über eine hochreissfeste, zähelastische Laminat-Folie (z. B. aus Polyvinylbutyral (PVB)) verbunden sind.

---

### A3 Quellenverzeichnis

- [1] Bundesamt für Raumentwicklung ARE et al., Planungshilfe «Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge», Juni 2022, Bern. [www.aren.admin.ch](http://www.aren.admin.ch) > *Medien & Publikationen > Publikationen > Strategie und Planung > Planungshilfe Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge*
- [2] République et Canton de Genève, Mesures de Protection OPAM, Coordination Aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs, September 2020. [www.ge.ch/document/schutz-massnahmen-stfv](http://www.ge.ch/document/schutz-massnahmen-stfv)
- [3] Partenariat Störfallvorsorge (Partenariatskantone: BS, GE, LU, SO, SG, TG, ZH), Leitfaden Schutzmassnahmen StfV. Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge, September 2020.
- [4] Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF-Brandschutzrichtlinie 1315 Baustoffe und Bauteile, 1.1.2017. [www.bsvonline.ch](http://www.bsvonline.ch) > *Brandschutzvorschriften > VKF-Brandschutzvorschriften 2015 > c – Richtlinien > 13-15 Baustoffe und Bauteile*
- [5] Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF-Brandschutzrichtlinie 1415 Verwendung von Baustoffen, 1.1.2017. [www.bsvonline.ch](http://www.bsvonline.ch) > *Brandschutzvorschriften > VKF-Brandschutzvorschriften 2015 > c – Richtlinien > 14-15 Baustoffe und Bauteile*
- [6] Schweizerische Erdgaswirtschaft: Sicherheit von Erdgashochdruckanlagen; Rahmenbericht zur standardisierten Ausmasseschätzung und Risikoermittlung; 2010.
- [7] Schweizerische Erdgaswirtschaft: Sicherheit von Erdgashochdruckanlagen; Versagensraten Transportleitungen (Addendum zum Rahmenbericht 2010); April 2021.
- [8] CARBURA: Rahmenbericht über die Sicherheit von Stehtankanlagen für flüssige Treib- und Brennstoffe, Revidierte Ausgabe 2005
- [9] Merkblatt Objektschutzmassnahmen: Hitzeschutz von Fenstern entlang von störfallrelevanten Strassen und Bahnlinien, Kanton Luzern, Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge, Juni 2022. [www.uwe.lu.ch](http://www.uwe.lu.ch) > *Themen > Risikovorvorsorge > Störfallvorsorge – Gemeinden und Planer:innen*
- [10] Handbuch zur Störfallverordnung (StfV), Allgemeiner Teil. Bundesamt für Umwelt (Hrsg.), Bern. 2018
- [11] Beurteilungskriterien zur Störfallverordnung (StfV). Ein Modul des Handbuchs zur Störfallverordnung (StfV). Bundesamt für Umwelt, Bern. 2018
- [12] Vergleich und Validierung der Parameter in den Screening- und Risikoermittlungsmethoden der Störfallverordnung, suisseplan, 2014.
- [13] Technische Dokumentation zur Publikation Objektschutzmassnahmen der Störfallvorsorge aus der Reihe «Umwelt-Wissen», EBP Schweiz AG, 12. Dezember 2024.
- [14] Swissgas, Bundesamt für Umwelt BAFU (Auftraggebende), Druckstossausbreitung im urbanen Raum – Druckwirkung bei Totalversagen einer Erdgashochdruckleitung und anschliessender Zündung der Gaswolke, Labor Spiez, April 2024.

## A4 Zusammenfassung wichtiger Grundlagen

Im Folgenden werden zur Erinnerung und der Vollständigkeit halber wichtige Sachverhalte zur Störfallvorsorge zusammengefasst, auf welchen diese Publikation aufgebaut ist. Zudem wird auf Quellen verwiesen, in denen weitergehende Informationen zu finden sind.

### Störfallanlagen

Hier ist zu unterscheiden zwischen Betrieben zur Produktion bzw. Lagerung von Stoffen, Zubereitungen und Sonderabfällen auf einem abgegrenzten Areal und linien- bzw. netzförmigen Verkehrswegen bzw. Transportsystemen für gefährliche Güter. Zu letzteren gehören Durchgangsstrassen, Bahnlinien, der schiffbare Teil des Rheins in den Kantonen BS bzw. BL und Rohrleitungen.

### Konsultationsbereich

Die Frage der Eignung von OSM stellt sich nur für Vorhaben, die mindestens teilweise in einem Konsultationsbereich liegen (Triage aufgrund des Standorts). Folgende Grundlagen sind heranzuziehen, um abzuklären, ob ein Vorhaben einen Konsultationsbereich tangiert:

- Bahnlinien, Durchgangsstrassen und Rohrleitungen: Karten «Eisenbahnstrecken StFV», «Konsultationsbereich Nationalstrassen» und «Konsultationsbereich Rohrleitungen» aus Swisstopo ([map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch), kantonale Geoportale).
- Rhein, Durchgangsstrassen und alle Betriebe: unterschiedlich bezeichnete Layer auf den Geo-Portalen der jeweiligen Standortkantone ([www.kgk-cgc.ch/geodaten/kantonale\\_geoportale](http://www.kgk-cgc.ch/geodaten/kantonale_geoportale)).

### Risikoabschätzung / Risikoermittlung

Eine Risikoabschätzung wird im zweistufigen Kontroll- und Beurteilungsverfahren der StFV für netzförmige Anlagen (Strasse, Bahn, Rohrleitung) mittels den Screeningmethoden auf der ersten Stufe (Kurzbericht) in quantitativer Form vorgenommen. Bei Betrieben ist dies nur qualitativ möglich. Bei Risikoermittlungen (zweite Stufe) erfolgt eine vertiefte, standort- und objektbezogene Analyse. Bei Planungsverfahren ist die Planungsträgerin für die Erstellung der Risikoabschätzung oder -ermittlung zuständig und gibt diese in Absprache mit dem Inhaber der Störfallanlage in Auftrag. Die Kosten hat die Planungsträgerin

zu tragen. Bei Bauvorhaben im Konsultationsbereich hat der Inhaber nach Art. 8a StFV diese Aufgabe zu erfüllen.

### Triage aufgrund der Risikorelevanz

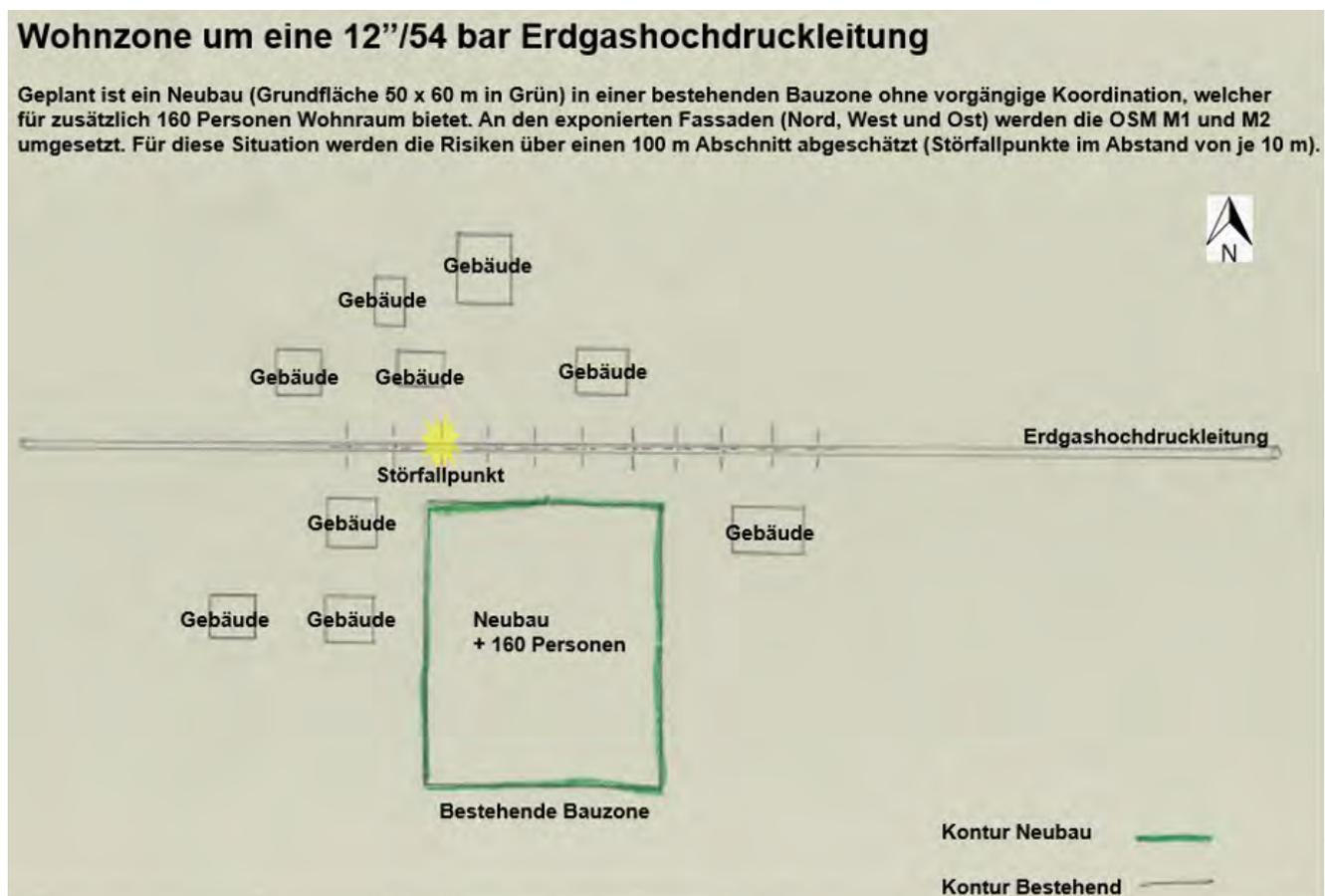
Eine Evaluation von Schutzmassnahmen ist bei Planungsvorhaben vorzunehmen, bzw. bei Bauvorhaben empfehlenswert, die Konsultationsbereiche tangieren und die folgenden Kriterien zur Risikorelevanz erfüllen:

- Evaluation im Planungsverfahren: Das Vorhaben ist gemäss den Kriterien der Anhänge 1 und 2 der Planungshilfe [1] risikorelevant. Etwas vereinfacht erfolgt die Beurteilung bei netzförmigen Störfallanlagen wie folgt:
  - Innerhalb der rechteckigen Scannerzelle um die Störfallanlage wird die zukünftige Zahl der Personen abgeschätzt (bestehende und zukünftige Nutzende gemäss Planung).
  - Durch Verschiebung der Scannerzelle entlang der Störfallanlage wird derjenige Störfallort identifiziert, für den die Zahl der exponierten Personen innerhalb der Scannerzelle mit den zukünftigen Nutzenden (d. h. Scannerzelle schneidet Parzelle(n) der Nutzung) maximal ist.
  - Wenn diese maximale Zahl an exponierten Personen einen definierten Referenzwert (Anhang 1 in [1]) überschreitet, so gilt die Planung als risikorelevant. Der Referenzwert liegt je nach Störfallanlage zwischen 50 (16«-Erdgasleitung mit einem Betriebsdruck von 80 bar) bis 840 Personen (Durchgangsstrassen, in der Regel mit Gegenverkehr, und einem DTV zwischen 20 000 und 30 000 Fahrzeugen/Tag).
- Baubewilligungsverfahren: Die mutmassliche Zahl der zukünftig Nutzenden des Gebäudes beträgt mindestens 50 (Rohrleitungs- bzw. Stehtankanlagen) bzw. 100 Personen (Bahnen, Durchgangsstrassen), oder das Gebäude ist als empfindliche Einrichtung einzustufen (s. Kap. 3.2.3 in der Planungshilfe [1]).

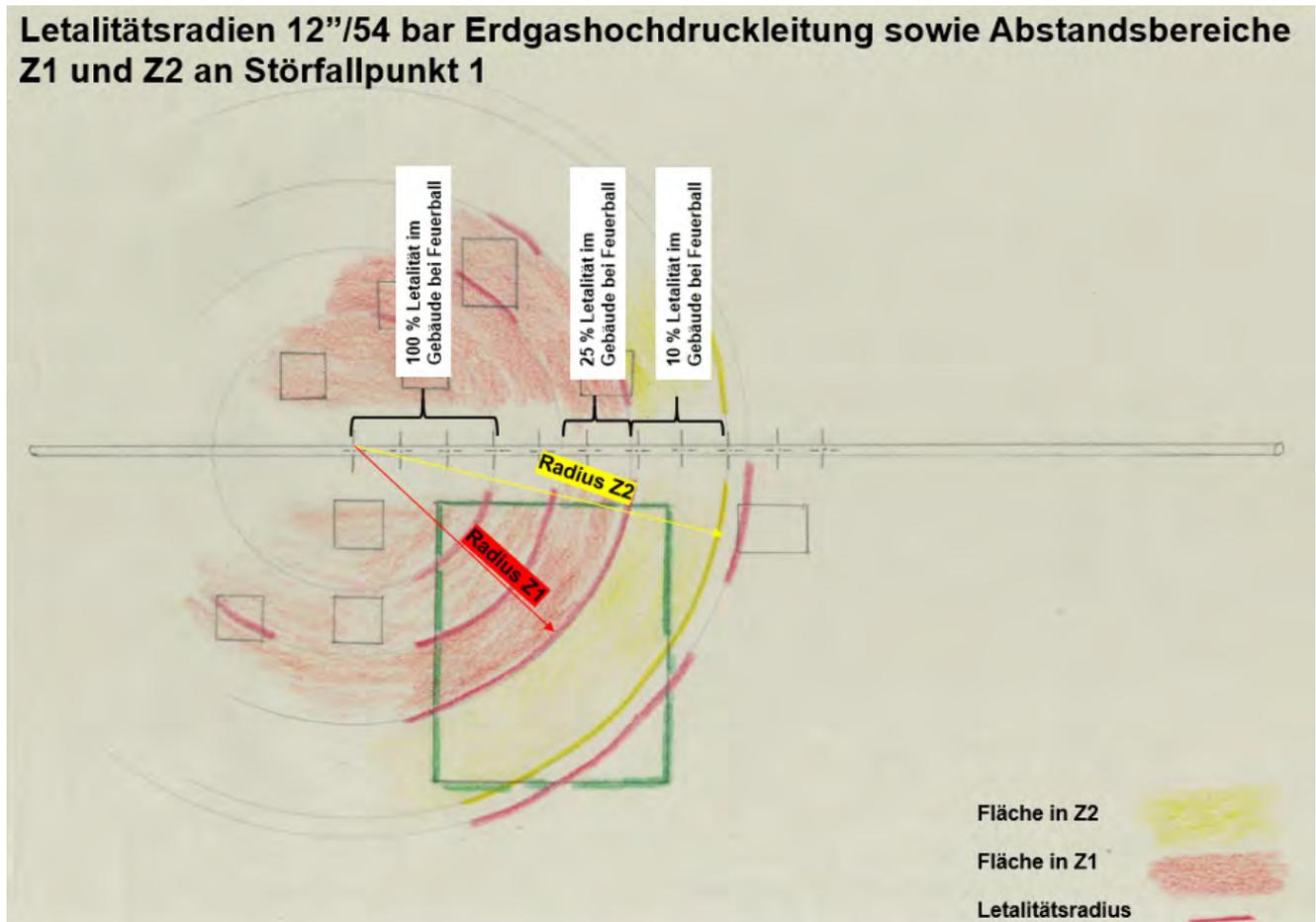
## A5 Anwendung der Korrekturfaktoren zur Letalität von Personen in Gebäuden

Nachfolgend wird anhand eines fiktiven Fallbeispiels im Umfeld einer 12"/54 bar Erdgashochdruckleitung (EGHDL) aufgezeigt, wie die Korrekturfaktoren nach Kapitel 4 dieser Publikation bspw. bei Risikoabschätzungen gemäss Rahmenbericht zur standardisierten Ausmasseseinschätzung und Risikoermittlung (2010) zur Geltung gebracht werden können.

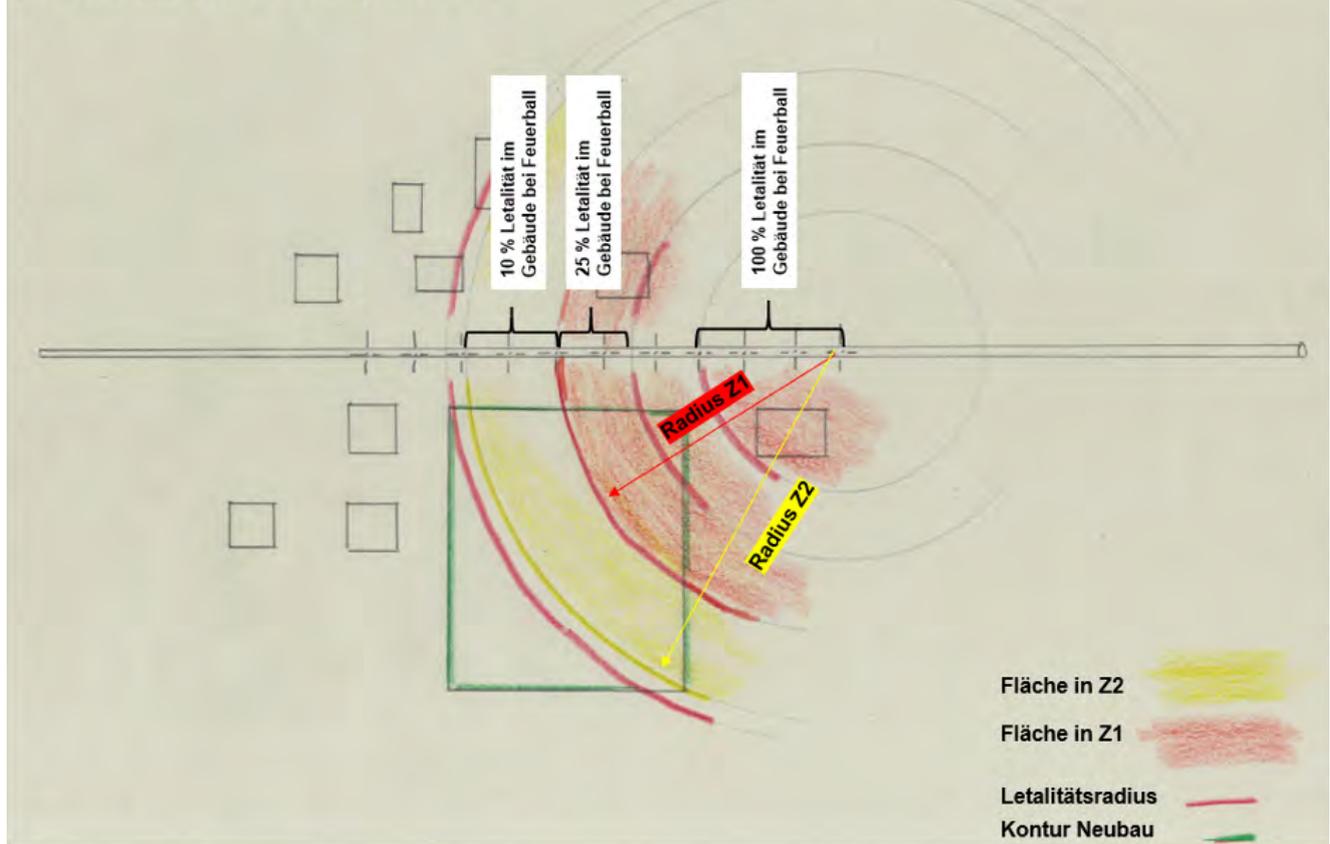
Die nachfolgende Abbildung gibt eine Übersicht zur angenommenen Situation – hier einer bestehenden Bauzone ohne vorgängige Koordination nach Art. 11a StFV:



Im Weiteren werden ausgewählte Letalitätsradien für einen Feuerball an einer 12"/54 bar EGHDL gemäss Rahmenbericht sowie die Abstandsbereiche Z1 (rot) und Z2 (gelb) nach Kap. 4 dieser Umwelt-Wissen Publikation an zwei Störfallpunkten (Störfallpunkt 1 und 10) dargestellt:



### Letalitätsradien 12"/54 bar Erdgashochdruckleitung sowie Abstandsbereiche Z1 und Z2 an Störfallpunkt 10



Für die Nutzer des Neubaus – welcher durch OSM verstärkt wurde – können die Letalitäten gemäss Rahmenbericht nach Kap. 4 der Umwelt-Wissen Publikation je nach Szenario wie in den nachfolgenden Tabellen dargestellt angepasst werden.

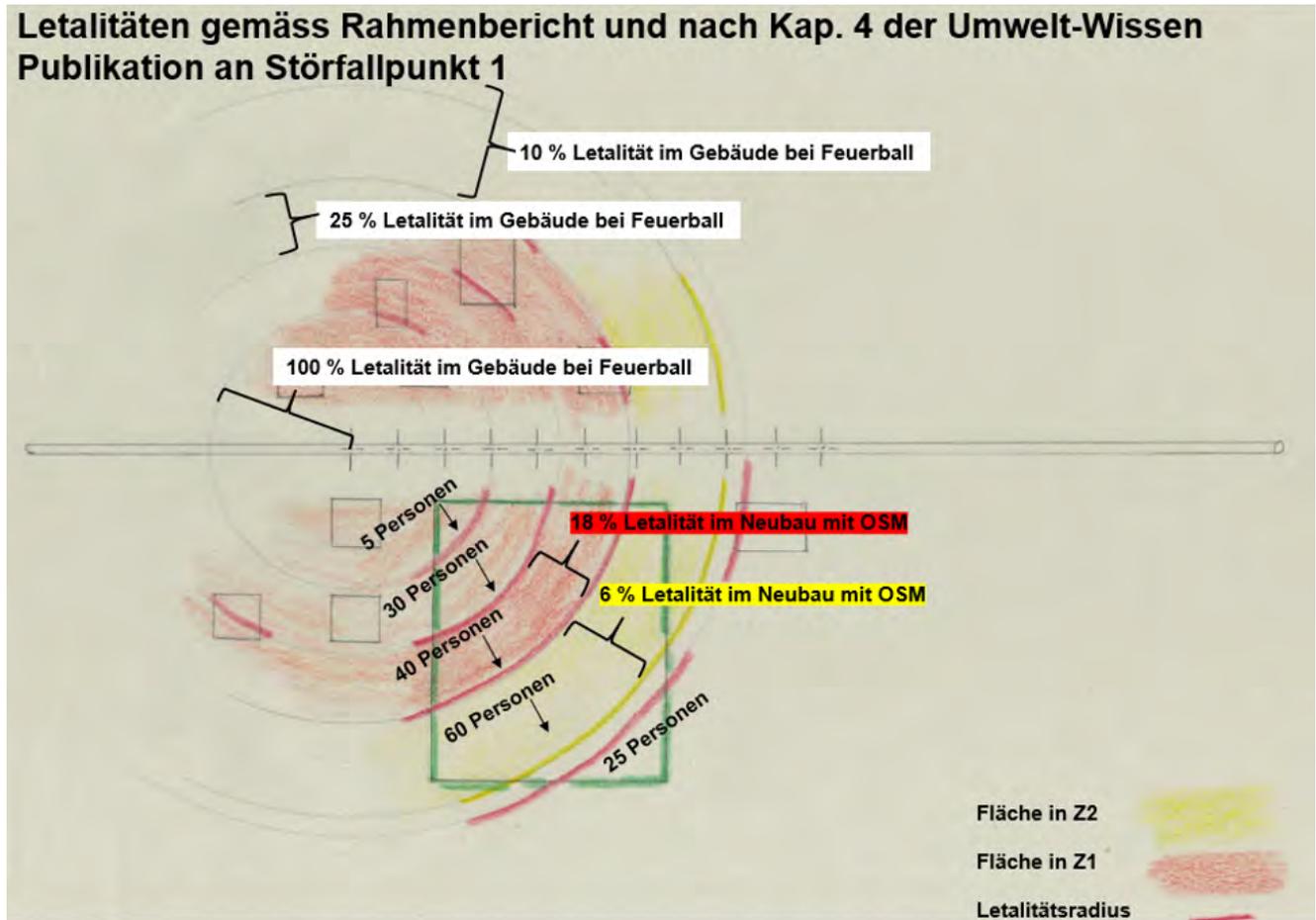
Tab. 3: Letalität im Gebäude mit OSM – Szenario Fackelbrand

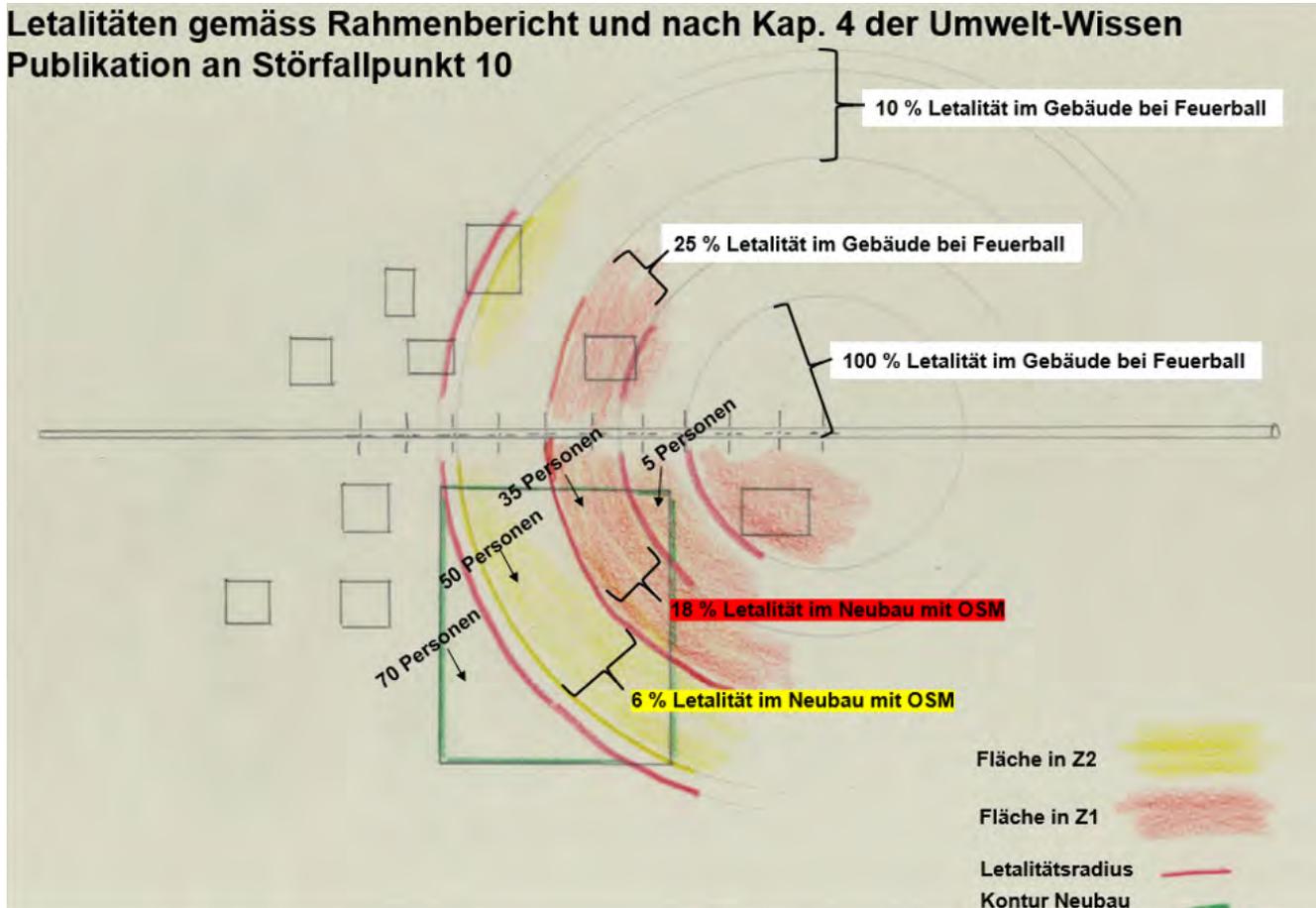
Abstand / m	Letalität nach Rahmenbericht / %	Letalität nach Rahmenbericht korrigiert gem. Kap. 4 Umwelt-Wissen / %	Z1 und Z2 / m
0–15	100	$100 \times 0,2 = 20$	0–60
15–30	75	$75 \times 0,2 = 15$	
30–35	35	$35 \times 0,2 = 7$	
35–45	10	$10 \times 0,2 = 2$	
45–60	5	$5 \times 0,2 = 1$	
> 60	0	$0 \times 0,2 = 0$	60–80

Tab. 4: Letalität im Gebäude mit OSM – Szenario Feuerball

Abstand / m	Letalität nach Rahmenbericht / %	Letalität nach Rahmenbericht korrigiert gem. Kap. 4 Umwelt-Wissen / %	Z1 und Z2 / m
0–30	100	$100 \times 0,7 = 70$	0–60
30–35	95	$95 \times 0,7 = 67$	
35–40	80	$80 \times 0,7 = 56$	
40–45	45	$45 \times 0,7 = 32$	
45–60	25	$25 \times 0,7 = 18$	
60–80	10	$10 \times 0,6 = 6$	60–80
80–85	10	$10 \times 0,6 = 6$	

Pro Szenario können damit für die entsprechenden Kreissegmente – resp. die Flächenanteile des Neubaus – die jeweils exponierten Nutzenden mit angepassten Letalitäten in der Risikoabschätzung berücksichtigt werden:





Für die Personen im Neubau, welche sich im Bereich 80 bis 85 m aufhalten – Abstand > Z2 aber < 10 % Letalität gemäss Rahmenebericht – wird sinnvollerweise ebenfalls die angepasste Letalität von 6 % gemäss Z2 für die Berechnung verwendet.

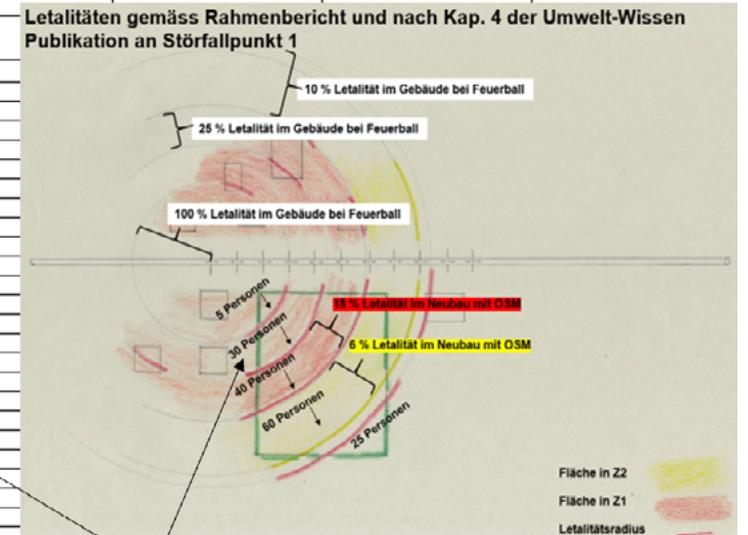
Mittels einem Tool zur Risikoabschätzung, welches die Letalitäten gemäss Rahmenbericht verwendet, kann die Schutzwirkung von OSM, bzw. deren Einfluss auf die Letalität im Gebäude als «workaround» über eine angepasste Anzahl der exponierten Personen im Gebäude berücksichtigt werden. D.h. die Anzahl Personen wird um den Korrekturfaktor für die Schutzwirkung der OSM (Feuerball; Z1  $f = 0,7$  und Z2  $f = 0,6$ ) reduziert und so in der Risikoabschätzung berücksichtigt:

Für Personen in Gebäuden mit OSM, welche sich beim Szenario Feuerball in Abständen grösser Z2 aber in Bereichen mit Letalitäten gemäss Rahmenbericht aufhalten, wird ebenfalls die angepasste Letalität von 6 % verwendet.

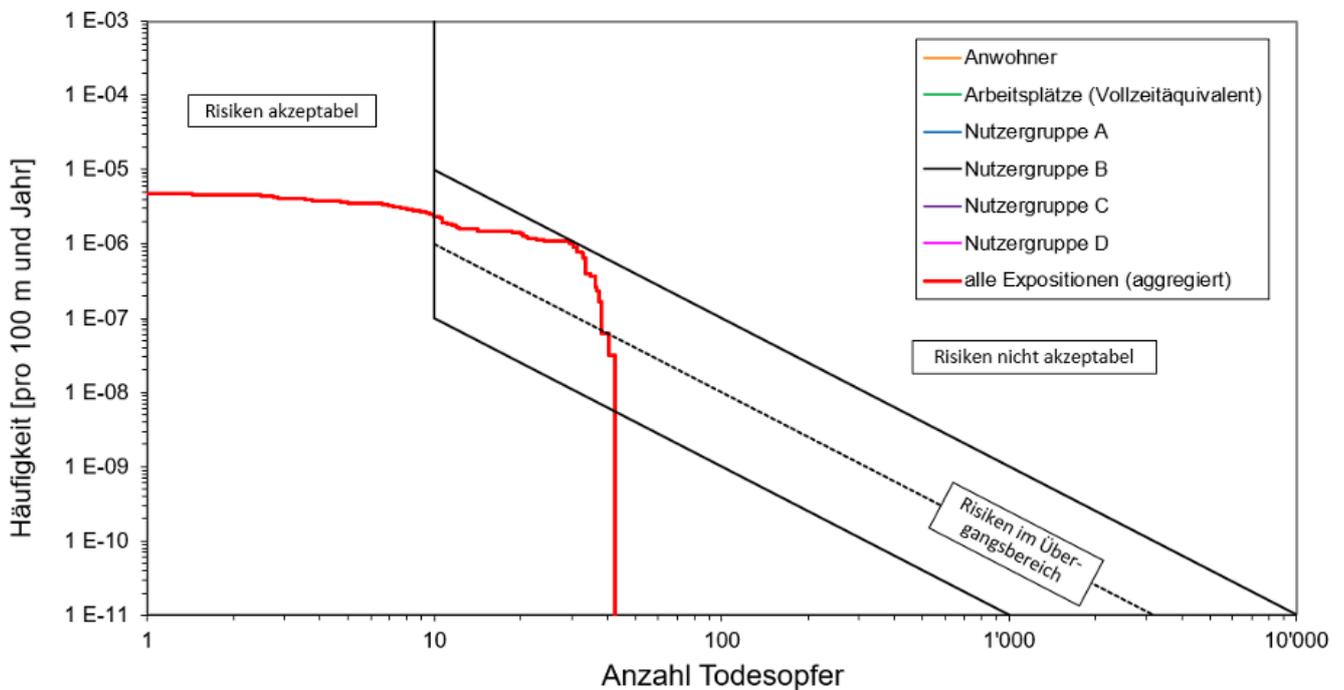
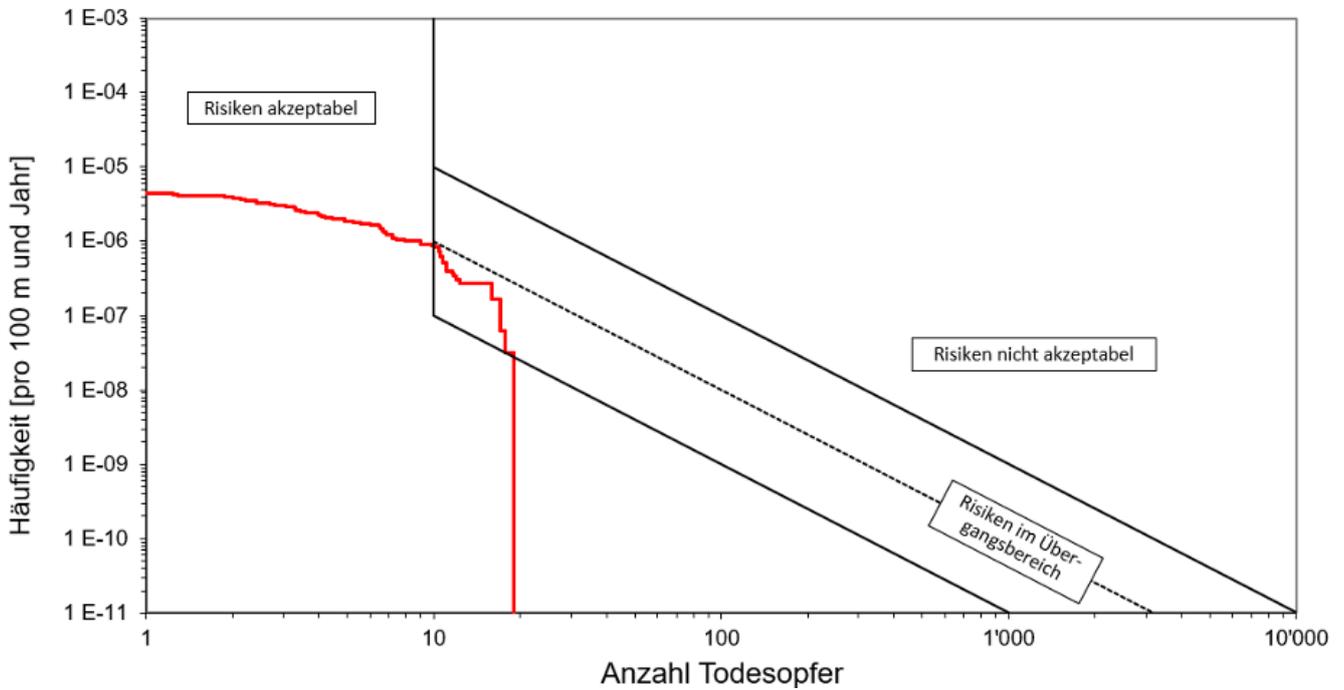
Nachfolgendes W/A-Diagramm gemäss den Beurteilungskriterien zur StfV zeigt die Risikosummenkurve für die bestehende Situation ohne Neubau

**Eingabewerte Tool (Leistungsparameter und Umgebungsmerkmale inkl. Anzahl exponierter Personen pro Letalitätszone (mit konstanter Letalität)**

Gruppe	Untergruppe	Nr.	Attributname	Einheit	5	6	7	8	9	10
					Inputdaten	Inputdaten	Inputdaten	Inputdaten	Inputdaten	Inputdaten
Daten zur Erdgashochdruckleitung		1	ID EGLP	-	Störfallpunkt 1	Störfallpunkt 1				
		2	X	m						
		3	Y	m						
		4	Kanton	n.a. (Text)						
		5	Betreiber	n.a. (Text)						
		6	Druck	bar	55	55				
		7	Durchmesser	mm (ohne Nachkommastellen!)	324	324				
		8	Wandstaerke	mm	5.6	5.6				
		9	Baujahr	Zahl	1974	1974				
		10	Streckgrenze	N/mm2	363	363				
		11	Überdeckung	m <i>[nur diskrete Werte zulässig!]</i>	1.5	1.5				
		12	Trassekontrolle	Text (wöchentlich, alle 2 Wochen)	alle 2 Wochen	wöchentlich				
		13	Druckverteillplatte / Mantelrohr	Text (nein, ja, ja (mit faseropt. Kabel))	nein	ja				
		14	Naturgefahren	Text (ja, nein)	nein	nein				
		15	Bauzone	Text (ja, nein)	ja	ja				
betrachteter Fall		16	Fallbeispiel	Text (frei)	Bestehende Situation	Neubau mit OSM und Art. 8 StfV Massnahmen				
		17	Leistungsabschnitt	Text (frei)						
		18	Bemerkung 1	Text (frei)						
Anzahl Anwohner	Szenario Fackelbrand, im Gebäude	19	Bemerkung 2	Text (frei)						
		20	AnzP_Woh_FAIin_ZI	Anzahl Anwohner						
		21	AnzP_Woh_FAIinZI_100	Anzahl Anwohner						
		22	AnzP_Woh_FAIin100_75	Anzahl Anwohner	9.00	10.00				
		23	AnzP_Woh_FAIin75_50	Anzahl Anwohner	9.00	14.00				
	Szenario Fackelbrand, im Freien	24	AnzP_Woh_FAIin50_25	Anzahl Anwohner	7.00	35.00				
		25	AnzP_Woh_FAIin25_0	Anzahl Anwohner	0.00	0.00				
		26	AnzP_Woh_FAOout_100	Anzahl Anwohner						
		27	AnzP_Woh_FAOout100_75	Anzahl Anwohner						
		28	AnzP_Woh_FAOout75_50	Anzahl Anwohner	3.00	19.00				
		29	AnzP_Woh_FAOout50_25	Anzahl Anwohner						
	Szenario Feuerball, im Gebäude	30	AnzP_Woh_FAOout25_0	Anzahl Anwohner						
		31	AnzP_Woh_FEin_A	Anzahl Anwohner						
		32	AnzP_Woh_FEinA_B	Anzahl Anwohner						
		33	AnzP_Woh_FEinB_C	Anzahl Anwohner	9.00	12.00				
		34	AnzP_Woh_FEinC_D	Anzahl Anwohner	3.00	24.00				
		35	AnzP_Woh_FEinD_E	Anzahl Anwohner	13.00	41.00				
	Szenario Feuerball, im Freien	36	AnzP_Woh_FEinE_F	Anzahl Anwohner		36.00				
		37	AnzP_Woh_FEOout_100	Anzahl Anwohner						
		38	AnzP_Woh_FEOout100_75	Anzahl Anwohner	3.00	19.00				
		39	AnzP_Woh_FEOout75_50	Anzahl Anwohner						
40		AnzP_Woh_FEOout50_25	Anzahl Anwohner							
41		AnzP_Woh_FEOout25_0	Anzahl Anwohner							

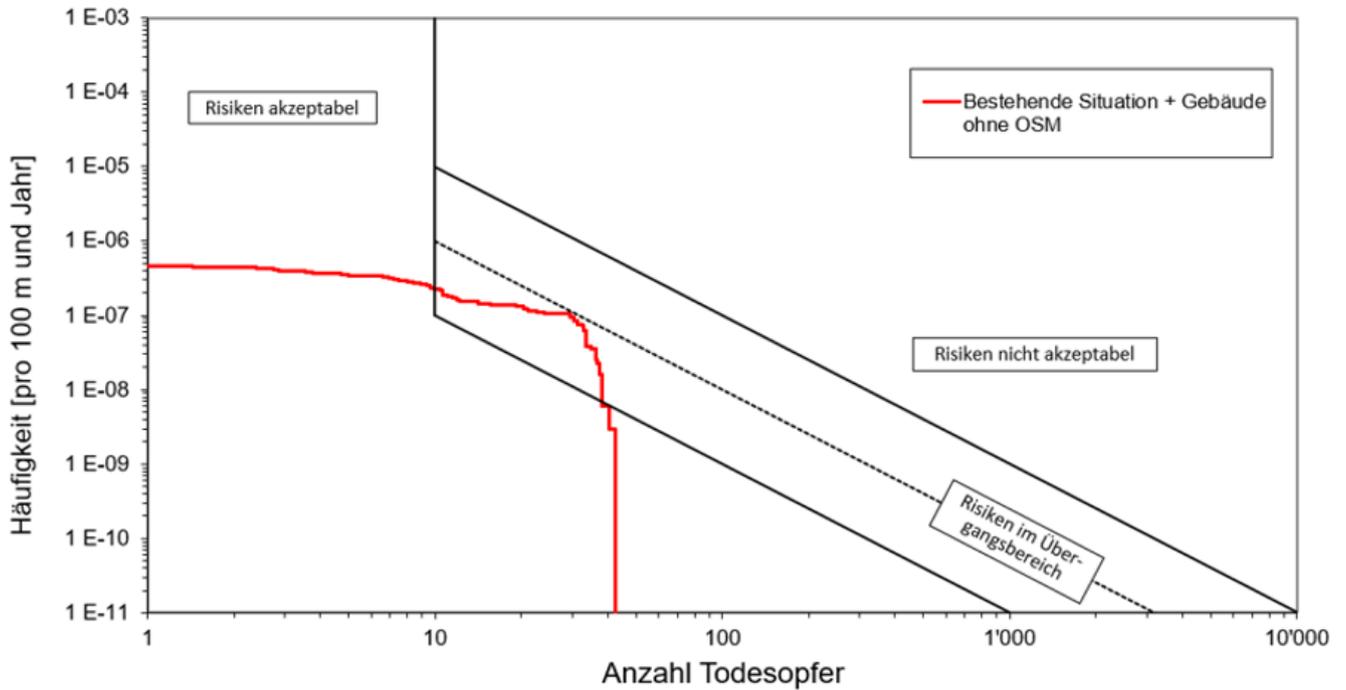


**Bsp. zur Anpassung der Anzahl der exponierten Personen im Gebäude (bestehende und Neubau) für das Szenario Feuerball (vgl. Tabelle mit den Letalitäten für das Szenario Feuerball)**  
 $3 \text{ Anwohner heute} + (30 \cdot 0,7 \text{ neue Anwohner in Zukunft}) = 24 \text{ Anwohner in Zukunft total}$

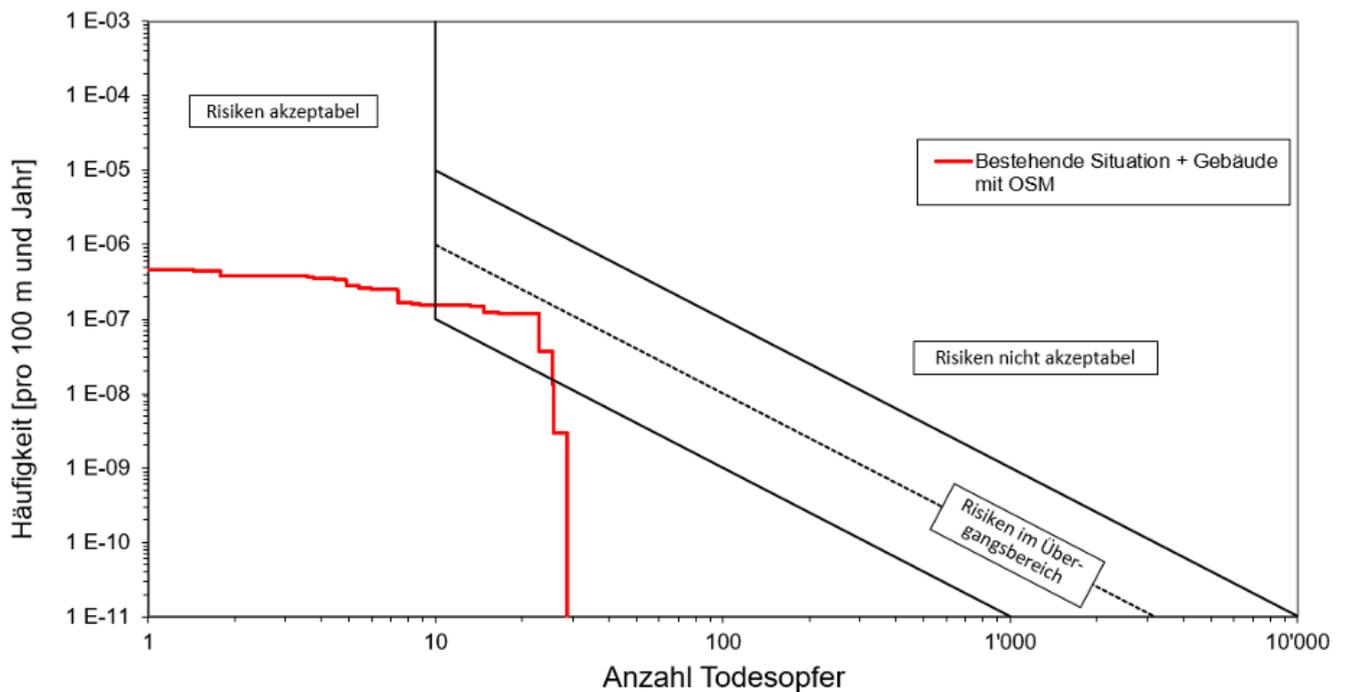


Bei diesem Baubewilligungsverfahren ohne vorgängige Koordination nach Art. 11a StFV, liegt die Risikosummenkurve mit dem geplanten Neubau an der Grenze zum nicht akzeptablen Bereich. Eine solche Summenkurve würde durch die Vollzugsbehörde als nicht tragbar beurteilt. Somit müssten weitere Sicherheitsmassnahmen nach Art. 8 StFV geprüft werden. Dabei sollten ebenfalls die Möglichkeiten zur Umsetzung der geeigneten OSM geprüft werden.

Risikosummenkurve der bestehenden Situation inkl. Neubau und Sicherheitsmassnahmen nach der Umsetzung von Schutzplatten und einer wöchentlichen Trasseekontrolle (Art. 8 StFV), aber ohne OSM



Risikosummenkurve wie oben, aber zusätzlich mit den geeigneten weiteren OSM



In dieser Situation ist es also möglich mit Schutzplatten, einer wöchentlichen Trasseekontrolle sowie den OSM die Risiken in der unteren Hälfte des Übergangsbereichs zu stabilisieren. Eine solche Summenkurve könnte durch die Vollzugsbehörde als tragbar beurteilt werden. Am Neubau sollten, wenn möglich, die geeigneten OSM nach Kapitel 3 der Umwelt-Wissen Publikation umgesetzt werden.