



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Bekanntmachung einer sicherheitstechnischen Regel der Kommission für Anlagensicherheit (TRAS 320 – Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Wind sowie Schnee- und Eislasten)

Vom 2. Juni 2022

Nachstehend wird die von der Kommission für Anlagensicherheit aktualisierte Fassung der sicherheitstechnischen Regel (TRAS 320 – Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Wind sowie Schnee- und Eislasten) bekannt gegeben. Die vorliegende Fassung ersetzt die Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juni 2015 (BAnz AT 16.07.2015 B2).

Der Text der sicherheitstechnischen Regel kann ebenfalls über das Internet unter der Adresse <https://www.kas-bmu.de/tras-endgueltige-version.html> abgerufen werden.

Bonn, den 2. Juni 2022

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Im Auftrag
Georg Arens



Technische Regel für Anlagensicherheit (TRAS 320)
Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Wind, Schnee- und Eislasten

Inhaltsverzeichnis

1 Präambel

2 Grundlagen – Anforderungen der Störfall-Verordnung

3 Anwendungsbereich

4 Begriffe und Erläuterungen

4.1 Gefahrenquelle

4.2 Umgebungsbedingte Gefahrenquellen

4.3 Gefahrenquellenanalyse

4.4 Analyse der Gefahren und Gefährdungen

4.5 Wind

4.5.1 Extremwind (Orkan)

4.5.2 Windgeschwindigkeit

4.5.3 Bö

4.5.4 Windspitze

4.5.5 Tornado

4.6 Schneelast

4.6.1 Außergewöhnliche Schneelast

4.6.2 Extreme Schneelast

4.7 Eislast

4.8 Windbedingte Projektile

4.9 Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs durch Wind sowie Schnee- und Eislasten

4.10 Schutzkonzept

4.11 Schutzziele

4.12 Störfalleintrittsvoraussetzung

5 Systematisierung und Aufbau der TRAS

6 Beschreibung der Gefahrenquellen

6.1 Gefahrenquellen durch statische und dynamische Lasten

6.1.1 Gefahrenquellen durch Windlasten

6.1.2 Gefahrenquellen durch Schwingungen

6.1.3 Gefahrenquellen durch Schnee- und Eislasten

6.2 Gefahrenquellen durch windbedingte Projektile sowie Luftdruckänderungen und Druckschwankungen

6.2.1 Gefahrenquellen durch windbedingte Projektile

6.2.2 Gefahrenquellen durch Staub und Sand

6.2.3 Gefahrenquellen durch Druckänderungen und Druckschwankungen

7 Vereinfachte Gefahrenquellenanalyse

8 Detaillierte Gefahrenquellenanalyse

8.1 Statische und dynamische Lasten

8.2 Berücksichtigung des Klimawandels

8.3 Windbedingte Projektile

8.3.1 Ablösung und Ausfall von SRA

8.3.1 Beschädigung von SRA

9 Ermittlung der gefährdeten sicherheitsrelevanten Teile des Betriebsbereichs (SRB) und sicherheitsrelevanten Anlageteile (SRA)

9.1 Gefahrenquellen durch statische und dynamische Lasten

9.1.1 Windlasten

9.1.2 Schnee- und Eislasten

9.2 Gefahrenquellen durch windbedingte Projektile: Ermittlung der gefährdeten Anlagen und Anlagenteile

10 Ermittlung der Störfalleintrittsvoraussetzungen

11 Schutzziele und Grundlagen für das Schutzkonzept



12 Erarbeitung von Schutzkonzepten

13 Prüfung der Schutzkonzepte

14 Ermittlung von Szenarien entsprechend § 3 Absatz 3 Störfall-Verordnung („Dennoch-Störfälle“) und Szenarien für die Alarm- und Gefahrenabwehrplanung

15 Festlegung von Maßnahmen zur Begrenzung von Störfallauswirkungen

16 Planung für Notfälle, Ergänzung in betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen, Übermittlung von Informationen für die externe Alarm- und Gefahrenabwehrplanung

16.1 Planung für Notfälle

16.2 Ergänzung in betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen

16.3 Übermittlung von Informationen für die externe Alarm- und Gefahrenabwehrplanung

17 Dokumentation

18 Erfüllung von weiteren Pflichten der Störfall-Verordnung

18.1 Anforderungen an die Instandhaltung

18.2 Informationen und Schulungen der Beschäftigten

18.3 Beratung von zuständigen Behörden und Einsatzkräften im Störfall

18.4 Verzeichnis von Betriebsbereichen (§ 17 Absatz 1 Nummer 5 der Störfall-Verordnung)

Abkürzungen

1 Präambel

Die Technischen Regeln für Anlagensicherheit (TRAS) enthalten dem Stand der Sicherheitstechnik im Sinne des § 2 Nummer 10 der Störfall-Verordnung (12. BImSchV) entsprechende sicherheitstechnische Regeln und Erkenntnisse. Betriebs- und Beschaffenheitsanforderungen, die aus anderen Regelwerken zur Erfüllung anderer Schutzziele resultieren, bleiben unberührt.

Abweichungen von den Anforderungen der TRAS sind möglich, wenn sie gleichwertig sind und dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen. Hierfür kann die zuständige Behörde einen Nachweis, z. B. in Form eines Gutachtens eines/einer nach § 29b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) bekanntgegebenen Sachverständigen, im Genehmigungsverfahren oder im Zuge der Überwachung fordern.

Die TRAS werden gemäß § 51a BImSchG von der Kommission für Anlagensicherheit (KAS) unter Berücksichtigung der für andere Schutzziele vorhandenen Regeln erarbeitet und, soweit erforderlich, dem Stand der Sicherheitstechnik angepasst. Sie werden dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)¹ vorgeschlagen und können von ihm nach Anhörung der für die Anlagensicherheit zuständigen obersten Landesbehörden im Bundesanzeiger veröffentlicht werden und es kann in Rechts- oder Verwaltungsvorschriften darauf Bezug genommen werden.

2 Grundlagen – Anforderungen der Störfall-Verordnung

In dieser TRAS werden die umgebungsbedingten Gefahrenquellen Wind sowie Schnee- und Eislasten betrachtet.

Bauliche Anlagen werden grundsätzlich entsprechend DIN EN 1991-1-4:2010-12 sowie DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 gegen Windlasten und entsprechend DIN EN 1991-1-3:2010-12 sowie DIN EN 1991-1-3/A1:2015-12 und DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04 gegen Schnee- und Eislasten (früher entsprechend DIN 1055-5 (Juli 2005)) ausgelegt. Die Anforderungen richten sich dabei nach einer Zuordnung zu den in den Baunormen eingeführten Schadensfolgeklassen. Anlagen, die der Störfall-Verordnung unterliegen, sind in den oben genannten Normen und den Schadensfolgeklassen nicht explizit genannt. Entsprechend dem erhöhten Gefahrenpotenzial, das von den in ihnen vorhandenen gefährlichen Stoffen gemäß § 2 Nummer 4 der 12. BImSchV ausgeht, ist jedoch nicht nur eine angemessene Auslegung der Anlagen, einschließlich Tragwerken und Einhausungen, hinsichtlich statischer und dynamischer Lasten erforderlich, sondern es sind auch besondere Betrachtungen, Vorkehrungen und Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit der Anlagen nötig. Beides ist Gegenstand dieser TRAS.

Nach § 3 Absatz 1 der Störfall-Verordnung hat der Betreiber eines Betriebsbereichs die nach Art und Ausmaß der möglichen Gefahren erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, um Störfälle zu verhindern. Bei der Erfüllung dieser Pflicht sind gemäß § 3 Absatz 2 der Störfall-Verordnung auch umgebungsbedingte Gefahrenquellen zu berücksichtigen. Gefahrenquellen, die als Störfallursachen vernünftigerweise ausgeschlossen werden können, müssen nicht berücksichtigt werden.

Vernünftigerweise auszuschließende Gefahrenquellen können zu „Dennoch-Störfällen“ führen, deren Eintreten zwar nicht zu verhindern ist, gegen deren Auswirkungen jedoch unabhängig von den störfallverhindernden Vorkehrungen nach § 3 Absatz 1 Störfall-Verordnung zusätzliche vorbeugende Maßnahmen zu treffen sind, um diese so gering wie möglich zu halten (§ 3 Absatz 3 der Störfall-Verordnung).

¹ Ab Dezember 2021: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)



Solche Gefahrenquellen können z. B. sein:

1. das Versagen von Vorkehrungen nach § 3 Absatz 1 der Störfall-Verordnung,
2. Wind sowie Schnee- und Eislasten oberhalb einer vernünftigerweise zu unterstellenden Intensität oder Jährlichkeit (vergleiche Kapitel 14).

Dies bedeutet, dass insbesondere im Falle der Gefahr einer Stofffreisetzung oder der Gefahr der Störung von störfall-verhindernden Einrichtungen aufgrund vernünftigerweise auszuschließender Gefahrenquellen zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen sind, um schädliche Auswirkungen auf Menschen, Umwelt und Sachgüter so gering wie möglich zu halten.

Vernünftigerweise auszuschließende Gefahrenquellen können jedoch auch so unwahrscheinlich sein, dass sie jenseits der Erfahrung und Berechenbarkeit liegen. Gegen diese exceptionellen Störfälle sind keine anlagenbezogenen Vorkehrungen zu treffen.

Für die Auslegung des Begriffs „vernünftigerweise“ gibt die Vollzugshilfe des BMU zur Störfall-Verordnung² unter Kapitel 9.2.6.1 Hinweise. Neben dem grundsätzlich anzulegenden strengen Maßstab sind für die Auslegung des Begriffs im Einzelfall folgende Kriterien heranzuziehen:

- a) der allgemeine wissenschaftliche Kenntnisstand,
- b) Erfahrungen, die in Anlagen dieser oder vergleichbarer Art gewonnen wurden sowie
- c) Rechnungen, Abschätzungen oder Übertragung von Erkenntnissen.

Als umgebungsbedingte Gefahrenquellen gemäß § 3 der Störfall-Verordnung können Wind sowie Schnee- und Eislasten auf

- sicherheitsrelevante Teile eines Betriebsbereiches (SRB) und
- sicherheitsrelevante Anlagenteile (SRA)³ sowie
- bauliche Anlagenteile, in denen sich diese befinden,

wirken. Weiter können unbefestigte oder unzureichend befestigte Gegenstände oder Anlagenteile mit dem Wind fortgetragen werden oder auftreffen und hierdurch SRB oder SRA gefährden. Starke, lokale Luftdruckschwankungen und Druckschwankungen, ausgelöst durch Sog oder Druck infolge der Wirkung von Böen auf Auslässe, können Stoffströme in Anlagen auslösen bzw. verändern. Für das Ausmaß der jeweiligen Gefährdung und die zu treffenden Maßnahmen gibt diese TRAS Hinweise.

Bezüglich der naturbedingten Gefahrenquellen, wie Wind sowie Schnee- und Eislasten, hat sich der allgemeine Kenntnisstand zum Klimawandel und dessen Folgen weiterentwickelt. Allerdings lassen die Erkenntnisse zu Veränderungen der Windgeschwindigkeiten, Schnee- und Eislasten in Deutschland bisher keinen klaren Trend erkennen. Modellrechnungen lassen zwar für Winter- und Gewitterstürme eine Zunahme der Schäden in der Zukunft durch den Klimawandel vermuten, erlauben aber keinen gesicherten Rückschluss auf eine Steigerung von Windgeschwindigkeiten und Windspitzen, Schnee- und Eislasten infolge des Klimawandels.

Gleichwohl weist die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)⁴ darauf hin, dass Extremwetterereignisse nicht nur Risiken für die Beschäftigten, sondern auch für die Umwelt darstellen, soweit aus Anlagen gefährliche Stoffe freigesetzt werden könnten. Für Betriebsbereiche gelten bereits grundsätzliche Sicherheitsanforderungen zum Schutz vor Extremwetterereignissen. Dabei sind die betrieblichen Sicherheitsmanagementsysteme im Hinblick auf die möglichen Extremwetterereignisse regelmäßig zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Anpassung bedeutet in diesem Zusammenhang, sich rechtzeitig auf die geänderten Eintrittswahrscheinlichkeiten und potenziellen Schäden durch die Auswirkungen des Klimawandels einzustellen.

Aus den oben angeführten Gründen werden in dieser TRAS 320 für die Gefahrenquellen Wind, Schnee- und Eislasten keine Vorschläge zur Berücksichtigung des Klimawandels in Form eines Klimaänderungsfaktors analog zur TRAS 310 gemacht.

Betreiber von Betriebsbereichen haben jedoch Änderungen von Gefahrenkarten (Windkarte nach DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12⁵, Böenkarte des DWD⁶, Schneelastkarte sowie Eislastkarte nach DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04⁷) im Rahmen der systematischen Überprüfung, Bewertung und Aktualisierung des Konzepts zur Verhinderung von Störfällen (§ 8 Absatz 4 der Störfall-Verordnung) und des zugehörigen Sicherheitsmanagementsystems (Anhang III Nummer 2 Buchstabe g der Störfall-Verordnung) zu beachten.

² Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Vollzugshilfe zur Störfall-Verordnung; Bonn, März 2004; https://www.kas-bmu.de/studien-ergaenzende-dokumente.html?file=files/publikationen/Studien_Ergaenzende%20Dokumente/BMU_Vollzugshilfe.pdf (abgerufen am 22. April 2022)

³ Vergleiche KAS (2017): „Sicherheitsrelevante Teile eines Betriebsbereiches (SRB) und Richtwerte für sicherheitsrelevante Anlagenteile (SRA)“ (KAS-1), Kommission für Anlagensicherheit, Bonn 2017, https://www.kas-bmu.de/kas-chronologische-reihenfolge.html?file=files/publikationen/KAS-Publikationen/chronologische%20Reihenfolge/KAS_1_neu.pdf (abgerufen am 22. April 2022)

⁴ Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel der Bundesregierung vom 17. Dezember 2008, https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf (abgerufen am 22. April 2022)

⁵ DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1 – 4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten (Dezember 2010)

⁶ Gisela Augter, Marita Roos: Berechnung von Sturmintensitäten für Deutschland; Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nummer 236, Offenbach am Main 2011, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-201106095233> (abgerufen am 22. April 2022)

⁷ DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1 bis 3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten (April 2019)



Betreiber von Betriebsbereichen der oberen Klasse müssen gemäß § 9 Absatz 5 der Störfall-Verordnung den Sicherheitsbericht für den Betriebsbereich auch dann überprüfen, wenn neue Umstände dies erfordern oder um den neuen sicherheitstechnischen Kenntnisstand sowie aktuelle Erkenntnisse zur Beurteilung der Gefahren zu berücksichtigen. Dies schließt Erkenntnisse zu umgebungsbedingten Gefahrenquellen und Einflüssen des Klimawandels auf diese ein. Davon unabhängig sind entsprechende Überprüfungen des Sicherheitsberichtes mindestens alle fünf Jahre erforderlich.

Hinsichtlich der Beschaffung von Informationen über umgebungsbedingte Gefahrenquellen besteht für die Betreiber von Betriebsbereichen eine Informationssammlungspflicht⁸, also eine Pflicht zur Zusammenstellung andernorts oder beim Betreiber bereits vorhandener Informationen. Informationsermittlungspflichten bestehen bei Betriebsbereichen der oberen Klasse. Wesentliche Informationsquellen sind in dieser TRAS sowie den „Hinweisen und Erläuterungen“ zu dieser TRAS⁹ aufgeführt.

Am Verhältnismäßigkeitsgrundsatz orientiert hat der Betreiber folgende Informationsquellen im Rahmen einer Sammlung und Auswertung, aber auch im Rahmen einer (räumlichen) Konkretisierung auf den Betriebsbereich zu berücksichtigen:

1. betreiberseitig bereits vorhandene Informationen,
2. behördlich bekannte Informationen und
3. allgemein öffentlich bekannte Informationen.

Die Sammlungs- und Ermittlungspflichten schließen Informationen über die möglichen Folgen des Klimawandels ein; diese hat der Betreiber im Rahmen der ihn nach § 3 der Störfall-Verordnung betreffenden Pflichten zu beachten.

3 Anwendungsbereich

Diese TRAS gilt für Betriebsbereiche gemäß § 3 Absatz 5a BImSchG. Diese unterliegen den Anforderungen der Störfall-Verordnung. Die Anforderungen dieser TRAS gelten insbesondere für bauliche Anlagen, einschließlich Gebäude und Tragwerke, deren Versagen zu einem Störfall führen könnte. Es wird empfohlen, diese TRAS aber auch auf immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen außerhalb von Betriebsbereichen sinngemäß anzuwenden, falls eine vergleichbare Gefahr der Explosion, des Brandes oder Freisetzung von gefährlichen Stoffen gemäß § 2 Nummer 4 der Störfall-Verordnung besteht. Insbesondere sind auch hier deren bauliche Anlagen und deren Tragwerke entsprechend mit zu betrachten.

Da Baurecht und Immissionsschutzrecht unabhängig voneinander gelten, sind gegebenenfalls weitergehende baurechtliche Anforderungen zu beachten.

Diese TRAS richtet sich insbesondere an

1. Betreiber,
2. Behörden und
3. Gutachter bzw. Sachverständige,

die Vorkehrungen gegen durch Wind, Schnee- und Eislasten ausgelöste Gefahren für Betriebsbereiche, SRB oder SRA zu treffen, anzuordnen oder zu beurteilen haben.

Diese TRAS gilt für Gefahrenquellen, die aus

1. Wind, einschließlich Böen, Windspitzen, Tornados und winderregten Schwingungen (vgl. Kapitel 6.1.2¹⁰),
2. Entstehung windbedingter Projektile, Einwirkung von bodennahen und luftgetragenen Projektilen sowie
3. Schneelasten und
4. Eislasten

resultieren. Es wird darauf hingewiesen, dass durch Kälte über Schnee- und Eislasten hinaus weitere Gefahrenquellen wirksam werden können, z. B. Einfrieren von Stoffen in Rohrleitungen und Sicherheitsventilen oder das Versagen von MSR-Einrichtungen. Diese Gefahrenquellen sind nicht Gegenstand dieser TRAS. Die Betreiber müssen gemäß § 3 Absatz 2 Störfall-Verordnung auch diese Gefahrenquellen berücksichtigen.

Mit Extremwindereignissen stehen häufig auch die Gefahrenquellen Niederschlag und Hochwasser in direktem Zusammenhang und sind Gegenstand der TRAS 310. Diese Gefahrenquellen sind ebenfalls von Betreibern gemäß § 3 Absatz 2 der Störfall-Verordnung zu beachten.

⁸ Schulte, M.; Kloos, J.: Abgrenzung der Behördenpflichten gegen Betreiberpflichten gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz und Störfall-Verordnung in Bezug auf umgebungsbedingte Gefahrenquellen, Dresden 2010 (siehe <https://www.kas-bmu.de>)

⁹ Prof. Dr.-Ing. Wilfried B. Krätzig, Bochum, Dr.-Ing. Matthias Andres, Bochum, Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Niemann, Bochum, Prof. Dr. rer. nat. Karl-Erich Köppke, Bad Oeynhausen, unter Mitwirkung von Prof. Dr. rer. nat. Manfred Stock, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e. V.: „Hinweise und Erläuterungen zur TRAS 320 Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Wind, Schnee- und Eislasten“ (Stand: Oktober 2015) https://www.kas-bmu.de/tras-endgueltige-version.html?file=files/publikationen/TRAS/TRAS%20%28endgueltige%20Fassung%29/TRAS320_Hinweise_Erlaeuterungen.pdf&cid=14420 (Literatur wird nach Fertigstellung aktualisiert.)

¹⁰ Siehe auch: Krätzig, W., et al.: Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Wind, Schnee- und Eislasten, Umweltbundesamt 2016 FKZ 3711 68 331



4 Begriffe und Erläuterungen

Die nachfolgenden Begriffe und Erläuterungen sind bei der Anwendung dieser TRAS besonders zu beachten. Hinweise zur Definition weiterer in dieser TRAS genutzter Begriffe können den „Hinweisen und Erläuterungen“ zu dieser TRAS, der Vollzugshilfe des BMU zur Störfall-Verordnung und den Leitfäden der Kommission für Anlagensicherheit entnommen werden.

4.1 Gefahrenquelle

Eine Gefahrenquelle kann eine oder mehrere Arten von Gefahren verursachen, die zu Störfällen führen können. Wind kann Gefahren verursachen durch den Staudruck, den Sog, Schwingungen sowie Projektilbildung, -flug oder -aufprall.

Bei der Beschreibung der Gefahrenquellen bleiben die störfallverhindernden Vorkehrungen außer Betracht. Die Ermittlung und Analyse der Gefahrenquellen und der hierdurch verursachten Gefahren ist Teil der Gefahrenanalyse.

4.2 Umgebungsbedingte Gefahrenquellen

Umgebungsbedingte Gefahrenquellen sind Einflüsse, die von außen direkt oder indirekt auf einen Betriebsbereich einwirken und zu einer Beeinträchtigung von SRB oder SRA (gegebenenfalls auch sicherheitsrelevanter Einrichtungen außerhalb des Betriebsbereichs, wie Hochspannungsfreileitungen) führen können. Diese TRAS beschränkt sich ausschließlich auf die in Kapitel 4 genannten, naturbedingten Gefahrenquellen.

4.3 Gefahrenquellenanalyse

Eine Gefahrenquellenanalyse ist der erste Schritt einer Gefahrenanalyse. Sie umfasst die Beschreibung der verschiedenen Gefahrenquellen, deren mögliches Auftreten und die daraus resultierenden Zustände, Ereignisse und deren Folgen.

4.4 Analyse der Gefahren und Gefährdungen

Bei der Analyse der Gefahren und Gefährdungen im Sinne dieser TRAS werden die Wirkungen umgebungsbedingter Gefahrenquellen auf einen gesamten Betriebsbereich, SRB oder SRA untersucht.

Es werden die betroffenen SRB und SRA identifiziert und die Störfalleintrittsvoraussetzungen ermittelt. Es müssen entsprechende Vorkehrungen getroffen werden, um Störfalleintrittsvoraussetzungen zu verhindern bzw. entsprechende Maßnahmen, um die Auswirkungen von Störfällen zu begrenzen.

4.5 Wind

Für diese TRAS werden die verschiedenen Windarten in folgende zwei Kategorien eingeteilt:

1. Windereignisse, die von einem Beobachter auf dem Boden als geradlinige Luftbewegungen wahrgenommen werden. Dazu zählen die synoptischen Stürme (Tiefdruckstürme), Gewitterstürme sowie Schwerkraftwinde. Sie werden im Folgenden unter der Bezeichnung Stürme zusammengefasst.
2. Tornados, d. h. ein auf engem Raum rotierender Luftwirbel mit Kontakt zur Erdoberfläche. Tornados weisen hohe Tangential- und geringere Translationsgeschwindigkeit auf. Sie sind mit Druckschwankungen und auch mit vertikaler Beschleunigung verbunden.

In Tabelle 1 sind die verschiedenen Windphänomene mit ihren charakteristischen Merkmalen zusammengefasst. Die Windphänomene unterscheiden sich nicht nur durch die Geschwindigkeiten der Windspitzen, sondern auch durch die betroffene Fläche und Dauer der Einwirkung. Der Tiefdrucksturm verfügt über die höchste Ausdehnung und Dauer, während Tornados nur eine relativ kleine Fläche treffen und von relativ kurzer Dauer sind.

Ausgehend von den Windphänomenen nach Tabelle 1 werden in der DIN EN 1991-1-4:2010-12 die verschiedenen Einwirkungen auf Anlagen oder Anlagenteile, z. B. Einhausungen, berücksichtigt. Bei dem als Grundlage verwendeten Modell wird von einer horizontalen Luftströmung ausgegangen. Der Tornado der Stufe F1 (vgl. Tabelle 2) ist nicht Gegenstand der DIN EN 1991-1-4:2010-12, da er eine andere Aerodynamik hat, als die anderen genannten Windtypen (siehe unten). Gleichwohl liegt er mit maximal 180 km/h noch im Rahmen der Geschwindigkeiten von Tiefdruckstürmen.

Tabelle 1: Charakterisierung verschiedener Windphänomene

Phänomen	Geschwindigkeit	Breite	Entstehung
Wasserhosen (Kleintrombe)	50 – 100 km/h*	einige Meter	durch bodennahe Warmluft; meist nur über ausgedehnten Wasserflächen
Gewittersturm	70 – 110 km/h	mehrere km	durch Dichteunterschiede von Luftschichten
Föhnsturm (Fallwinde – Lokalwindssysteme)	bis 130 km/h In bestimmten Alpentälern bis 150 km/h	mehrere km	durch warmen und trockenen Fallwind an Berghängen
Tiefdrucksturm	Bis 180 km/h	1 000 – 2 000 km	durch Druckunterschiede aufeinander-treffender Luftmassen



Phänomen	Geschwindigkeit	Breite	Entstehung
Tornado (Großtrombe)	Fujitastufe F1: 118 bis 180 km/h*	Fujitastufe F1: 20 bis 100 m	durch Aufeinandertreffen von trocken-kalter und feucht-warmer Luft sowie Ausbildung einer rotierenden und aufwärtsgerichteten Luftsäule

* Tangentialgeschwindigkeit

4.5.1 Extremwind (Orkan)

Wind extremer Stärke, oberhalb von 118 km/h¹¹, wie er bei bestimmten Extremwetterereignissen auftreten kann.¹²

4.5.2 Windgeschwindigkeit

Unter Windgeschwindigkeit ist die horizontale Verlagerungsgeschwindigkeit der Luftteilchen zu verstehen. Sie wird durch Messgeräte ermittelt¹³ und in der Regel als *Mittel über zehn Minuten* angegeben¹⁴.

4.5.3 Bö

Als eine Bö bezeichnet man im Allgemeinen einen kräftigen Windstoß, der oft mit einer plötzlichen Windrichtungsänderung verbunden ist. Gemäß Definition spricht man von einer Bö, wenn der gemessene 10-Minuten-Mittelwert der Windgeschwindigkeit innerhalb weniger Sekunden (*höchstens zwanzig, mindestens drei Sekunden anhaltend*) um mindestens 5,0 m/s überschritten wird.¹⁵

4.5.4 Windspitze

Windspitze ist die Bezeichnung für die höchste momentane Windgeschwindigkeit (höchster 3-Sekunden-Mittelwert der Geschwindigkeit) in einem willkürlich festgelegten Zeitraum.¹⁶

4.5.5 Tornado

Ein Tornado ist eine Luftsäule mit Bodenkontakt, die um eine mehr oder weniger senkrecht orientierte Achse rotiert und sich unter einer cumuliformen Wolke befindet¹⁷. Diese Wolkenform ist als Gewitterwolke bekannt und erstreckt sich über einige Kilometer in die Höhe.

Eine Klassifizierung von Tornados erfolgt unter anderem durch die Fujita-Skala, die in Tabelle 2 wiedergegeben ist. Weil die in der Tabelle 2 angegebenen Windgeschwindigkeiten häufig nicht bestimmt werden können, werden Tornados oft nach den Schäden in der Natur und an der Bausubstanz eingestuft.

Tabelle 2: Fujita-Skala mit Einteilung nach typischen Schäden¹⁸

Fujita-Skala

Fujita-Stufe	Zerstörungskraft der Tornados	Windgeschwindigkeit in m/s für v_{max}	Windgeschwindigkeit in km/h für v_{max}	Beispiele für die Auswirkungen von Tornados
F0	leicht	17,8 – 32,2	64 – 116	Schornsteine und Reklametafeln werden demoliert, Äste abgebrochen und flach wurzelnde Bäume umgestoßen.
F1	mäßig	32,3 – 50,0	117 – 180	Autos werden von den Straßen geschoben, Wohnmobile umgeworfen, Wellblech bzw. Dachziegel abgerissen und Garagenbauten zerstört.
F2	bedeutend	50,1 – 70,5	181 – 253	Leichtere Gegenstände werden als gefährliche Wurfgeschosse durch die Luft gewirbelt, ganze Dächer abgedeckt, große Bäume gebrochen bzw. entwurzelt, Wohnwagen zerstört und Güterwaggons umgeworfen.
F3	stark	70,6 – 92,2	254 – 332	Dächer und Wände von stabilen Häusern werden zerstört, LKWs umgeworfen bzw. verschoben, Züge zum Entgleisen gebracht und ganze Wälder entwurzelt.
F4	verheerend	92,3 – 116	333 – 418	Häuser werden völlig zerstört, Gebäude mit schwachen Fundamenten als Ganzes weggeweht bzw. verschoben, große Gegenstände und Autos durch die Luft verfrachtet und schwere Gegenstände zu gefährlichen Projektilen gemacht.

¹¹ DWD Wetter- und Klimalexikon (<https://www.dwd.de/lexikon>, abgerufen am 22. April 2022)

¹² Vgl. Online-Lexikon der Geographie: <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/starkwind/7603> (abgerufen am 22. April 2022)

¹³ DWD: Wetter- und Klimalexikon (16. August 2021)

¹⁴ Durch die World Meteorological Organization wurde festgelegt, dass für die in Wetterkarten und Stationsmeldungen angegebene Windgeschwindigkeit der Mittelwert der jeweils letzten 10 Minuten angegeben wird (<https://de.wikipedia.org/wiki/Windgeschwindigkeit>) (22. April 2022)

¹⁵ DWD: Wetter- und Klimalexikon (16. August 2021)

¹⁶ DWD: Wetter- und Klimalexikon (16. August 2021)

¹⁷ DWD: Wetter- und Klimalexikon (16. August 2021)

¹⁸ DWD: Wetter- und Klimalexikon (16. August 2021)



Fujita-Stufe	Zerstörungs- kraft der Tornados	Windge- schwindig- keit in m/s für v_{max}	Windge- schwindig- keit in km/h für v_{max}	Beispiele für die Auswirkungen von Tornados
F5	unglaublich	117 – 142	419 – 512	Stabile Gebäude werden aus ihren Fundamenten gehoben. Autos fliegen mehr als 100 Meter durch die Luft. Stahlbetonkonstruktionen werden beschädigt und sogar Baumstämme entrindet.

Auf der Fläche Deutschlands treten durchschnittlich etwa vier Tornados pro Jahr mit einer Intensität von mehr als F1 (mäßig) auf. Es handelt sich um lokal begrenzte Ereignisse, die Flächen von einigen Quadratkilometern erfassen.

4.6 Schneelast

Die Schneelast¹⁹ gehört zu den klimatisch bedingten veränderlichen Einwirkungen auf Anlagen und Anlagenteile. Sie hängt von der geografischen Lage und von der Form des betrachteten Objektes ab. Je nach Beschaffenheit und Alter, kann bei Schnee von Wichten (spezifisches Gewicht) zwischen $1,0 \text{ kN/m}^3$ und $5,0 \text{ kN/m}^3$ ausgegangen werden. In den einschlägigen Normen²⁰ werden die Schneelasten in Rechenwerte zur Ermittlung der Tragwerkssicherheit überführt. Die dort genannten Rechenwerte entsprechen der 98%-Quantile der Jahresmaxima und somit einer mittleren Wiederkehrperiode von 50 Jahren.

4.6.1 Außergewöhnliche Schneelast

Als „außergewöhnliche Schneelast“ wird eine außergewöhnliche Einwirkung gemäß DIN EN 1990:2021-10 Teil 1.5.3.5 durch Schneelasten bezeichnet. Bei der Tragwerksplanung dürfen daher für Einwirkungen durch außergewöhnliche Schneelasten im Rahmen einer außergewöhnlichen Einwirkungskombination die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte reduziert und Kombinationsbeiwerte anderer Lastfälle reduziert berücksichtigt werden. Bei Einwirkung außergewöhnlicher Schneelasten muss weiterhin ein Tragwerksversagen ausgeschlossen werden; lokale Tragwerksschädigungen (etwa durch plastische Verformung) sind jedoch zulässig. Nach der Einwirkung einer außergewöhnlichen Schneelast ist daher vor dem Weiterbetrieb einer Anlage eine Überprüfung der Integrität des Tragwerks erforderlich.

4.6.2 Extreme Schneelast

Als „extreme Schneelast“ wird die höchste der regional vorhandenen Aufzeichnungen zu entnehmende Schneelast an einem Standort bezeichnet.

4.7 Eislast

Als Eislast²¹ bezeichnet man die durch gefrierenden Regen oder Raueis, d. h. aus unterkühlten Nebelwassertröpfchen an Oberflächen gebildetes Eis, an Anlagenteilen entstehenden zusätzlichen statischen (Gewicht) und dynamischen (Luftwiderstand) Belastungen. Besonders gefährdet sind Anlagenteile in Mittelgebirgslagen durch Nebelfrostablagerungen. Dieser Eisansatz wird durch starken Wind und einen hohen Gehalt flüssigen Wassers im Wolkennebel sehr begünstigt. Im Flachland hingegen tritt Eisansatz in der Regel mit gefrierendem Regen auf. Eislasten treten daher nicht nur auf horizontalen Flächen auf. Sie können auch in Kombination mit Windlasten einwirken und dabei Schwingungen verursachen.

4.8 Windbedingte Projektile

In dieser TRAS werden

- „windbedingte Projektile“ und „windbedingter Projektilaufprall“ (hierzu zählen auch umstürzende Anlagenteile und Bäume),
- „luftgetragene Projektile“, vom Wind abgelöste und durch die Luft getragene Anlagenteile oder Gegenstände und
- „bodennahe Projektile“, durch Wind am Boden versetzte – oder gerollte Gegenstände

unter dem Begriff windbedingte Projektile als Oberbegriff zusammengefasst, sofern eine Unterscheidung im Hinblick auf die Auswirkungen und die zu treffenden Maßnahmen nicht erforderlich sind.

4.9 Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs durch Wind sowie Schnee- und Eislasten

Soweit durch Eintritt von Böen, Windspitzen, Schnee- und Eislasten sowie sekundären Gefahrenquellen, wie windbedingte Projektile, Druckschwankungen oder Schwingungen die Auslegung von SRB, SRA und bauliche Anlagen, in denen sich diese befinden, überschritten wird, ist eine Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes gegeben.

Eine derartige Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs liegt insbesondere in folgenden Fällen vor:

1. Die Standsicherheit und/oder Integrität von SRB oder SRA ist unmittelbar gefährdet. Die Standsicherheit muss für alle SRB und SRA gewährleistet sein.
2. Die Funktion von SRB oder SRA ist gefährdet.
3. Sicherheitsrelevante Bedienvorgänge oder organisatorische Arbeitsabläufe können, z. B. wegen Einschränkungen in der Erreichbarkeit von SRB oder SRA, nicht oder nur unter erschwerten Bedingungen durchgeführt werden.
4. Die Anlage kann nicht in einen sicheren Zustand gefahren werden.

¹⁹ Vgl. DIN EN 1991-1-3:2010-12 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1 bis 3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten;

²⁰ DIN EN 1991-1-3:2010-12 und DIN EN 1991-1-3/NA: 2019-04

²¹ DIN EN 1991-1-3/NA: 2019-4



4.10 Schutzkonzept

Ein Schutzkonzept im Sinne dieser TRAS beinhaltet die Entwicklung von geeigneten Vorkehrungen zur Verhinderung und Maßnahmen zur Auswirkungsbegrenzung von Störfällen aufgrund des Wirksamwerdens umgebungsbedingter Gefahrenquellen. Dabei kann es sich um technische, aber auch um gleichwertige organisatorische Vorkehrungen oder Maßnahmen handeln.

4.11 Schutzziele

Schutzziele wie Bemessung²², Auslegung und Handlungsziele konkretisieren die rechtlichen Schutzziele bezogen auf Betriebsbereiche und deren Anlagen, um die menschliche Gesundheit, die Umwelt sowie Sachgüter vor nachteiligen Folgen einer Freisetzung, eines Brandes oder einer Explosion unter Beteiligung von gefährlichen Stoffen infolge des Wirksamwerdens einer umgebungsbedingten Gefahrenquelle zu bewahren.

Soweit Anlagen immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig sind, muss gemäß § 5 Absatz 1 BImSchG gewährleistet werden, dass

1. schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können;
2. Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen getroffen wird, insbesondere durch die dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen.

Soweit Anlagen nach § 23b Absatz 1 BImSchG störfallrechtlich genehmigungsbedürftig sind, muss nach § 22 Absatz 1 BImSchG gewährleistet sein, dass

1. schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind,
2. nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Für Betriebsbereiche muss gewährleistet werden, dass die Betreiberpflichten nach § 3 der Störfall-Verordnung eingehalten werden insbesondere, dass Beschaffenheit und Betrieb der Anlagen des Betriebsbereichs dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen.

4.12 Störfalleintrittsvoraussetzung

Als Störfalleintrittsvoraussetzung wird der Moment bzw. der Zustand in der Ereigniskette nach Beginn einer Störung verstanden, bei dem die Voraussetzungen für das Vorliegen eines Störfalles gegeben sind. Eine Störfalleintrittsvoraussetzung liegt z. B. vor, wenn eine zunehmende Schnee- oder Eislast auf einem Behälter dessen Auslegung oder die der Unterkonstruktion des Behälters überschreitet und dies zu einer ersten Gefahr gemäß § 2 Nummer 8 der Störfall-Verordnung oder zu Sachschäden nach Anhang VI Teil 1 Abschnitt I Nummer 4 der Störfall-Verordnung führen kann und bei dem ein oder mehrere gefährliche Stoffe beteiligt sind.

5 Systematisierung und Aufbau der TRAS

Die Erfüllung der Betreiberpflichten im Sinne der Störfall-Verordnung hinsichtlich der in dieser TRAS betrachteten Gefahrenquellen kann mit den folgenden Schritten erreicht werden:

1. Gefahrenquellenanalyse als Beschreibung der verschiedenen Gefahrenquellen, deren mögliches Auftreten und den daraus resultierenden Zuständen, Ereignissen und deren Folgen,
2. Analyse der Gefahren und in der geprüft wird, ob und wie durch Einwirkungen auf den gesamten Betriebsbereich, Gefährdungen, SRB- oder SRA-Gefahren und -Störfälle eintreten können,
3. Erstellung eines Schutz- in dem Vorkehrungen zur Störfallverhinderung festgelegt werden, konzepts,
4. Betrachtung von „Den- durch die Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen von Dennoch-Störfällen und noch-Störfällen“, Grundlagen für die externe Notfallplanung festgelegt werden,
5. Gefahrenabwehrplanung mit Erstellung eines internen Alarm- und Gefahrenabwehrplans für Betriebsbereiche der oberen Klasse und externe Gefahren- und Abwehrplanung.

Ausgangspunkt der systematischen Vorgehensweise (vgl. Abbildung 1) ist eine Gefahrenquellenanalyse, in der die möglichen Gefahrenquellen ermittelt werden. In der vereinfachten Gefahrenquellenanalyse werden zunächst nur qualitativ die regional möglichen umgebungsbedingten Gefahrenquellen am Standort (Betriebsbereich) identifiziert. In der

²² Als Bemessungsgrundlage können z. B. die Windzonenkarten oder das Verzeichnis nach Verwaltungsbezirken dienen.

Informationen zu Windlasten in Deutschland:

DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1 bis 4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten/Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter (12/2010)

DIBt: Zuordnung der Windzonen nach Verwaltungsgrenzen, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, Juli 2021

https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/P5/Technische_Bestimmungen/Windzonen_nach_Verwaltungsgrenzen.xlsx

Informationen zu Schnee- und Eislasten:

DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1 bis 3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten/ Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – (04/2019) (einschließlich Anhang NA.F: Eislasten)

DIBt: Zuordnung der Schneelastzonen nach Verwaltungsgrenzen, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, Juli 2021

https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/P5/Technische_Bestimmungen/Schneelastzonen_nach_Verwaltungsgrenzen.xlsx



detaillierten Gefahrenquellenanalyse werden weitere Informationen herangezogen, um die möglichen Gefahrenquellen genauer zu analysieren.

Im nächsten Schritt sind die gefährdeten SRB und SRA zu identifizieren.

Abhängig von der Sicherheitsrelevanz und den möglichen Störfallauswirkungen sind Schutzziele im Sinne von Auslegungsanforderungen wie Bemessung, Auslegung und Handlungsziele festzulegen und ein Schutzkonzept ist zu erarbeiten, mit dem diese Schutzziele erreicht werden. Danach ist das Schutzkonzept bezüglich seiner Wirksamkeit zu prüfen und zu dokumentieren. Gegebenenfalls ist das Schutzkonzept weiter anzupassen.

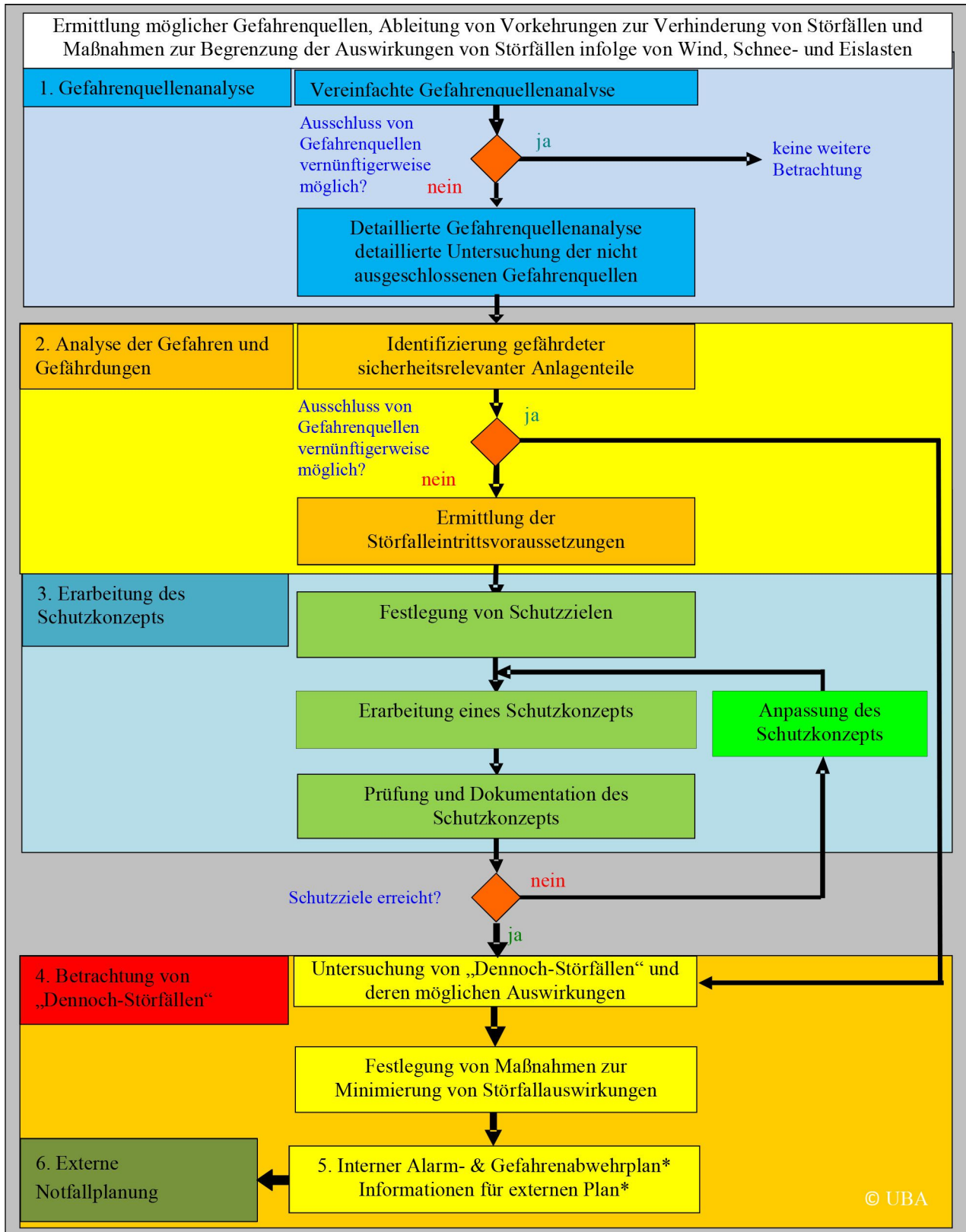
Anschließend werden vernünftigerweise auszuschließende umgebungsbedingte Gefahrenquellen (im Rahmen der Betrachtung von „Dennoch-Störfällen“) untersucht, deren Eintreten zwar nicht zu verhindern ist, gegen deren Auswirkungen jedoch unabhängig von den störfallverhindernden Vorkehrungen nach § 3 Absatz 1 der Störfall-Verordnung durch zusätzliche störfallauswirkungsbegrenzende Maßnahmen nach § 3 Absatz 3 der Störfall-Verordnung zu treffen sind. Dies gilt nicht für Gefahrenquellen, die so unwahrscheinlich sind, dass sie jenseits der Erfahrung und Berechenbarkeit liegen. Gegen daraus potenziell folgende exzeptionelle Störfälle sind keine anlagenbezogenen Vorkehrungen zu treffen.

Bei verbleibenden, nicht akzeptablen Risiken, insbesondere durch unzureichende Vorkehrungen zur Verhinderung von Störfällen, sind weitergehende Vorkehrungen und Maßnahmen zu entwickeln, um diese Risiken auf ein akzeptiertes Maß zu vermindern.

Bei der Planung für Notfälle gemäß Anhang III Nummer 2 Buchstabe e der Störfall-Verordnung, der Erstellung von internen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen gemäß § 10 der Störfall-Verordnung oder von Notfallplänen in Betrieben, die nicht der Störfall-Verordnung unterliegen, der Übermittlung von Informationen für die externe Alarm- und Gefahrenabwehrplanung, der Informationen gemäß § 6 Absatz 3 Nummer 3 (Informationen hinsichtlich der Ansiedlung neuer Tätigkeiten oder störfallrelevanter Änderung von Betriebsbereichen), § 7 (Anzeige) Absatz 1 Nummer 7 und § 9 (Sicherheitsbericht) Absatz 1 Nummer 5 der Störfall-Verordnung, sind die Betrachtungen der oben genannte Dennoch-Störfälle ebenfalls in geeigneter Weise zu berücksichtigen.

Die Ergebnisse der Gefahrenquellenanalyse sowie der weiteren Analyse der Gefahren und Gefährdungen sind in Konzepten zur Verhinderung von Störfällen zu berücksichtigen sowie bei Betriebsbereichen der oberen Klasse zusammen mit Untersuchungen zu den oben genannten „Dennoch-Störfällen“ in Sicherheitsberichte aufzunehmen.

Umgebungsbedingte Gefahrenquellen sind bei allen Betriebsbereichen bei der Festlegung von störfallverhindernden Vorkehrungen und auswirkungsbegrenzenden Maßnahmen in Betracht zu ziehen (§ 3 Absatz 1 und 3 der Störfall-Verordnung). Bei Betriebsbereichen der oberen Klasse sind sie zudem gemäß Anhang II Teil IV Absatz 1 Buchstabe b der Störfall-Verordnung bei der Beschreibung der „Ermittlung und Analyse der Risiken von Störfällen und Mittel zur Verhinderung solcher Störfälle“ zu berücksichtigen.



* soweit gemäß § 10 der Störfall-Verordnung gefordert

Abbildung 1: Ablaufschema zur Umsetzung dieser TRAS

6 Beschreibung der Gefahrenquellen

Bei den umgebungsbedingten Gefahrenquellen gemäß dieser TRAS werden damit im Zusammenhang stehende Ereignisse wie folgt unterteilt:

1. auslösende Ereignisse, wie Wind, Schneefall, Nebelfrost oder Eisregen, die nicht durch Maßnahmen beeinflussbar sind, und
2. mögliche Folgeereignisse, wie Winddruck, Schnee- und Eislasten oder windbedingte Projektile.

Die Systematisierung der verschiedenen Gefahrenquellen ist in Abbildung 2 dargestellt.



Abbildung 2: Systematisierung der von Wind, Schnee- und Eislasten ausgelösten Gefahrenquellen

6.1 Gefahrenquellen durch statische und dynamische Lasten

SRB und SRA sind entsprechend dem erhöhten Gefahrenpotenzial, das von den in ihnen vorhandenen gefährlichen Stoffen ausgeht, oder der Sicherheitsrelevanz ihrer Funktion gegen Wind, Schnee- und Eislasten auszulegen.

6.1.1 Gefahrenquellen durch Windlasten

Wind, insbesondere in Form von Böen und Windspitzen, übt einen Druck auf Anlagen und Anlagenteile, z. B. Einhausungen, aus, der als Winddruck bezeichnet wird. Dieser ist in Luv positiv (Druck), an Seiten- und Dachflächen sowie in Lee negativ (Sog und Druck von Innen durch das Eindringen des Windes). Wind, insbesondere Böen und Windspitzen, können Tragwerke darüber hinaus zum Schwingen anregen.

Tornados zeichnen sich durch eine starke Drehgeschwindigkeit aus, zu der noch die eigentliche Wanderungsgeschwindigkeit (Translationsgeschwindigkeit) hinzukommt. Darüber hinaus entstehen starke, aufwärts gerichtete Luftströmungen, die auch zu vertikal relevanten Sogkräften führen können. Die Charakteristik eines Tornados unterscheidet sich somit signifikant von den Windarten nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 mit horizontaler Luftströmung.

Eine Übersicht der verschiedenen potenziellen Gefährdungen durch Wind zeigt Abbildung 3.

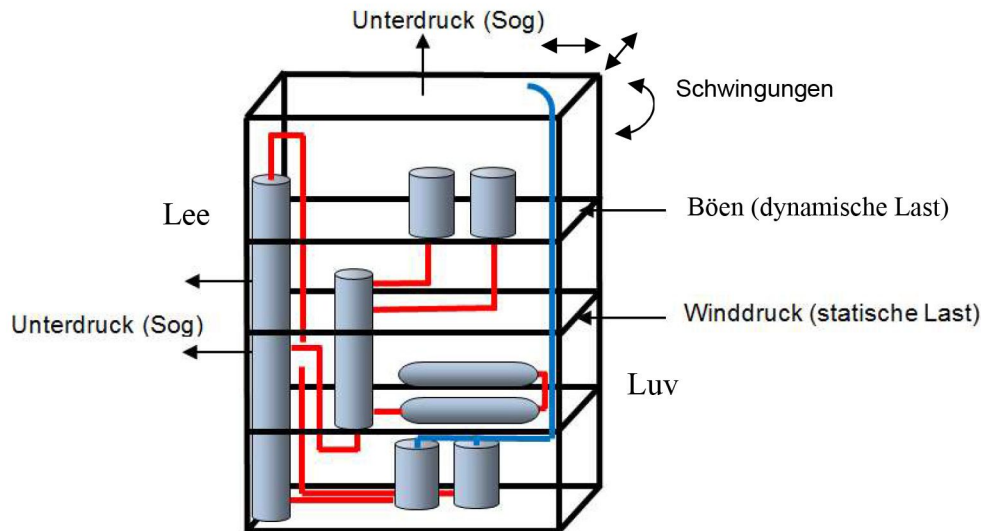


Abbildung 3: Potenzielle Gefährdungen durch Windlasten

Zusammengefasst kann die Gefährdung durch die Lasten aus

1. Winddruck auf die Luvwand,
2. Sog auf die windparallelen Wände, das Dach und die Leewand,
3. Schwingungen wirksam werden.

6.1.2 Gefahrenquellen durch Schwingungen

Die Luftströmung kann Anlagenteile zu erheblichen Schwingungen anregen.

Periodische Wirbelablösungen, sogenannte Kármánsche Wirbelstraßen, können Anlagenteile zum Schwingen bringen. Relevante Schwingungen treten bei der kritischen Windgeschwindigkeit auf, bei der die Wirbelablösefrequenz gleich einer Eigenfrequenz des Anlagenteils ist.

Auch weitere Arten von Schwingungen können auftreten, wie das Flattern von flächenhaften Anlagenteilen oder das Interferenz-Galloping²³ von dicht benachbarten zylindrischen Anlagenteilen.

In allen diesen Fällen versagt das Anlagenteil häufig nach einer gewissen Zahl von Spannungsschwingspielen durch Materialermüdung.

Schließlich führt auch eine Abfolge von Böen zu Schwingungen in Windrichtung, die in der Regel im Rahmen der statischen Berechnungen durch einen angemessenen Erhöhungsbeiwert der Böenwindlast abgegolten werden.²⁴

6.1.3 Gefahrenquellen durch Schnee- und Eislasten

Schneelasten wirken in erster Linie auf die horizontalen und geneigten Dächer der Einhausungen, Anlagen und Anlagenteile. Schnee kann sich bei Temperaturwechseln durch Tauen und Gefrieren stark verändern und ein höheres spezifisches Gewicht annehmen. Während der Tauperioden kann im Schnee gestauter Regen das Gewicht des Schnees stark erhöhen.

Eislasten können sich durch Eisregen oder durch Raueis, einer Abscheidung von Nebeltröpfchen (bevorzugt in Luv), bilden und daher auch an anderen Flächen ansetzen. Neben Einhausungen können andere Anlagenteile, wie Rohrleitungen, Kabeltrassen, Bühnen, Gerüste und Tanks teilweise oder ganz von den Belastungen betroffen sein.

6.2 Gefahrenquellen durch windbedingte Projektile sowie Luftdruckänderungen und Druckschwankungen

6.2.1 Gefahrenquellen durch windbedingte Projektile

Böen und Windspitzen können unzureichend befestigte SRA losreißen und mit ihrem Verlust die Sicherheit von Anlagen in Betriebsbereichen gefährden (Fall 1: Ablösung und Ausfall von SRA).

Lose Teile aus der Umgebung von Anlagen oder losgerissene Anlagenteile können auf SRA auftreffen und ihre Funktion oder Integrität beeinträchtigen. Bäume können entwurzelt werden und auf benachbarte Anlagenteile treffen (Fall 2: Beschädigung von SRA).

Bei horizontal wirkenden Winden wird die Flugbahn eines abgerissenen Objektes von einem vertikalen und einem horizontalen Geschwindigkeitsvektor bestimmt. Danach fallen Objekte mit hoher Dichte und/oder kompakte Teile nahezu senkrecht zu Boden, während flächige Objekte mit geringer Dichte mit dem Wind fortgetragen werden können

²³ Aeroelastisches Phänomen, das bei der Umströmung von engstehenden kreiszylindrischen Strukturen auftreten kann.

²⁴ Krätzig, W., et al.: Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Wind, Schnee- und Eislasten, Umweltbundesamt 2016 FKZ 3711 68 331

(luftgetragene Projektile). Die Weite der Flugbahn wird neben den Objekteigenschaften und der Windgeschwindigkeit von der ursprünglichen Höhenlage des Objektes bestimmt.

Daneben können schwerere Objekte über den Boden bewegt werden (Versatz oder Rollen) und auf andere Anlagenteile bodennah auftreffen (bodennahe Projektile).

Die Ablösung von Anlagenteilen und die Gefährdungen durch windbedingte Projektile sind in Abbildung 4 für horizontal wirkende Luftströmungen zusammenfassend dargestellt.

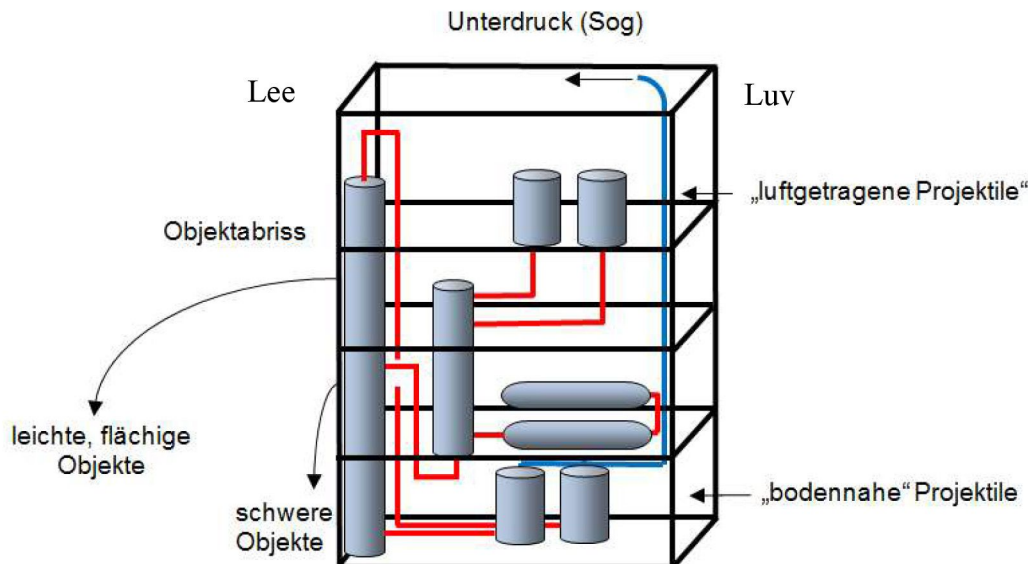


Abbildung 4: Potenzielle Gefährdungen durch Objektablösung, windbedingte Projektile und Unterdruck infolge Sogwirkung

6.2.2 Gefahrenquellen durch Staub und Sand

Wind kann Partikel (Staub und Sand) mobilisieren, die Gefahren durch Erosion, Abrasion, Ablagerung etc. verursachen.

6.2.3 Gefahrenquellen durch Druckänderungen und Druckschwankungen

Bei Behältern mit flexiblen Wandungen (z. B. Membrangassspeichern von Biogasanlagen) können Druckänderungen sowie Druck und Sog bei Wind, insbesondere Böen und Windspitzen, Verformungen bewirken. Böen und Windspitzen können auf Emissionsquellen wirken und durch Druck oder Sog Druckänderungen in den angeschlossenen Anlagenteilen verursachen. Derartige Druckschwankungen können Stoffströmungen, z. B. in Abgas- oder Abluftsystemen, auslösen oder verändern. Es ist daher auch zu beurteilen, ob Luftdruckänderungen und anströmungsbedingte Druckschwankungen entsprechend Beschaffenheit und Betrieb der Anlagen sicherheitsrelevant werden können.

7 Vereinfachte Gefahrenquellenanalyse

Es ist zu ermitteln, ob die betrachteten Gefahrenquellen – auch unter Berücksichtigung der Erkenntnisse zum Klimawandel – als Ursache für einen Störfall in Frage kommen oder vernünftigerweise ausgeschlossen werden können. Dazu ist im ersten Schritt mittels qualitativer Kriterien eine vereinfachte Gefahrenquellenanalyse durchzuführen. Für Gefahrenquellen, für die dies nicht offensichtlich ausgeschlossen werden kann, wird eine detaillierte Gefahrenquellenanalyse erforderlich, um die am Standort möglichen störfallauslösenden Zustände und Ereignisse im Detail zu ermitteln und daraus die notwendigen Vorkehrungen und Maßnahmen abzuleiten.

Für eine Entscheidung, ob eine Gefahrenquelle vernünftigerweise ausgeschlossen werden kann, sind möglichst einfache und leicht nachvollziehbare Kriterien heranzuziehen.

Es ist nicht möglich, die Gefahrenquellen Wind, Schnee- und Eislasten für bestimmte Regionen bereits in der „Vereinfachten Gefahrenquellenanalyse“ auszuschließen. Das Ausmaß der Gefährdung ist jedoch regional unterschiedlich. Entsprechend wurden Gefahrenkarten erarbeitet^{25, 26}, die die Grundlagen für eine detaillierte Gefahrenquellenanalyse bilden.

Für die vereinfachte Gefahrenquellenanalyse sollen Dokumentationen historischer Wirkungen der Gefahrenquellen, insbesondere am Standort des Betriebsbereichs, ausgewertet werden.

²⁵ Vgl. DIN EN 1991-1-3/NA: 2019-04 und DIN EN 1991-1-4/NA: 2010-12

²⁶ Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen – Ergänzung, <https://www.bauministerkonferenz.de/verzeichnis.aspx?id=991&o=75909860991>
Zuordnung der Windzonen und Schneelastzonen nach Verwaltungsgrenzen (abgerufen am 22. April 2022)



Tornados sind umgebungsbedingte Gefahrenquellen. Für diese TRAS wird davon ausgegangen, dass

- gegen einen Tornado der Stufe F1, der nicht Gegenstand der DIN EN 1991-1-4:2010-12 ist, gleichwohl mit maximal 180 km/h noch im Rahmen der Geschwindigkeiten von Tiefdruckstürmen liegt, Vorkehrungen zur Verhinderung von Störfällen zu treffen sind,
- gegen Tornados der Stufen F2–F4 (Dennoch-Szenarien), gegen die Anlagen in der Regel nicht ausgelegt sind, vorbeugend auswirkungsbegrenzende Maßnahmen gemäß § 3 Absatz 3 der Störfall-Verordnung zu treffen sind. Diese Maßnahmen entsprechen denen, welche für andere, die Auslegung überschreitende Starkwindereignisse getroffen werden.
- Tornados der Stufe F5 den exzeptionellen Störfällen zuzuordnen sind.

Die Einwirkungen bei Tornados der Stufe F2 sind durch Auslegung nach den gültigen Baunormen nicht abgedeckt. Auch die Auslegung gegen Tiefdruckstürme nach den gültigen Baunormen schließt jedoch nicht aus, dass mit einer geringen Wahrscheinlichkeit Belastungen auftreten, die die Auslegung überschreiten. Im Vergleich zur Auslegung gegen Tiefdruckstürme wird davon ausgegangen, dass unter Berücksichtigung der bislang in Deutschland registrierten geringen Anzahl der Tornados und den davon betroffenen Flächen die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines dadurch verursachten Störfalls deutlich geringer ist. Das Eintreten ist nicht zu unterstellen. Auswirkungsbegrenzende Maßnahmen sind vorzusehen. Belastbare Aussagen zur Änderung von Häufigkeit und Intensität von Tornados unter Berücksichtigung des Klimawandels sind nach gegenwärtigem Kenntnisstand nicht möglich. Die Weiterentwicklung des Kenntnisstandes von Intensität und Häufigkeit von Tornados ist zu beobachten, deren Berücksichtigung im Regelwerk ist zu beachten.

Nach dieser TRAS sind Einwirkungen durch die Gefahrenquelle „windbedingte Projektile“ nicht ausgeschlossen. Für aus massivem duktilem Material bestehende (z. B. Druckbehälter) oder durch eine massive Wand (z. B. Stahlbeton) geschützte SRA und SRB kann jedoch in der Regel von keiner Gefährdung ausgegangen werden. Bei weniger robusten oder nicht anderweitig geschützten (z. B. empfindliche Bauteile wie Steuerungsleitungen und hydraulische oder pneumatische Leitungen) SRA und SRB ist eine detaillierte Gefahrenquellenanalyse erforderlich.

Für die Gefahrenquellen Druckänderungen und -schwankungen ist zu prüfen, ob Luftdruckänderung und anströmungsbedingte Druckschwankung entsprechend Beschaffenheit und Betrieb der Anlagen sicherheitsrelevant werden können. Ist dies nicht der Fall, kann auf eine detaillierte Gefahrenquellenanalyse verzichtet werden.

8 Detaillierte Gefahrenquellenanalyse

Für den Fall, dass Gefahrenquellen vernünftigerweise nicht ausgeschlossen werden können, ist eine detaillierte Gefahrenquellenanalyse erforderlich. Als wesentliche Grundlage hierfür wird in dieser TRAS auf die für die relevanten umgebungsbedingten Gefahrenquellen entwickelten DIN-EN-Normen (siehe unten) Bezug genommen. Diese enthalten Gefahrenkarten für naturbedingte Ereignisse (vergleiche nationale Anhänge zu den DIN-EN-Normen). Sie basieren auf statistischen Auswertungen vergangener Ereignisse.

Für den Anwendungsbereich dieser TRAS erfolgt die Berücksichtigung des erhöhten Gefahrenpotenzials von Betriebsbereichen durch Zuordnung zu der entsprechenden Schadensfolgeklasse und Zuverlässigkeitsklasse.

8.1 Statische und dynamische Lasten

Grundlagen für die Gefahrenquellenanalyse sind insbesondere

- die DIN EN 1991-1-4:2010-12 und DIN EN 1991-1-4/NA: 2010-12 für die Gefahrenquelle Wind
- die DIN EN 1991-1-3:2010-12, DIN EN 1991-1-3/A1:2015-12 und DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04 für Schnee- und Eislasten.

Diese Normen wurden ab dem Jahr 2017 in die Liste der technischen Baubestimmungen mit Anforderungen an die mechanische Festigkeit und Standsicherheit von Bauwerken als Verwaltungsvorschrift nach der jeweiligen Landesbauordnung aufgenommen.

Die charakteristischen Parameter der jeweiligen Gefahrenquelle werden in diesen Normen für 50-jährliche Ereignisse angegeben, z. B. für die Windgeschwindigkeit. Die Basisgrößen werden für die Berechnungen und Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit um einen Teilsicherheitsbeiwert erhöht. Er beträgt für die Windlast 1,5. Daraus ergibt sich, dass die Windgeschwindigkeit im Grenzzustand des Tragwerksversagens bei üblichen Bauwerken um 1,225-mal größer ist als die charakteristische Windgeschwindigkeit gemäß DIN EN 1991-1-4:2010-12. Entsprechend des Ansatzes der DIN EN 1990:2021-10 und DIN EN 1990/NA für die Grundlagen der Tragwerksplanung soll für den Anwendungsbereich dieser TRAS – soweit notwendig (siehe Kapitel 11) – die wind- bzw. schneezonenabhängige „Umstellung auf ein 100-jährliches Ereignis“ zusätzlich durch die für Anlagen mit erhöhtem Gefahrenpotenzial bzw. entsprechend hoher Schadensfolgeklasse vorgesehene Erhöhung des Teilsicherheitsbeiwertes der Einwirkungen vorgenommen werden (Multiplikation mit dem Faktor $K_{FI} = 1,1$, damit Erhöhung von 1,5 auf 1,65). Dies gilt nur für die Einwirkungen durch Wind, Schnee- und Eislasten.

Außergewöhnliche Schneelasten sind als außergewöhnliche Einwirkungen nach DIN EN 1990:2021-10 zu berücksichtigen. Soweit die zuständige Behörde hierfür nach DIN EN 1991-1-3/NA: 2019-04 Teil 4.3 Rechenwerte festgelegt hat, sind diese zu nutzen. Soweit von der zuständigen Behörde keine derartigen Rechenwerte festgelegt wurden (wie dies insbesondere außerhalb des Norddeutschen Tieflands der Fall sein kann), sind Daten über aufgezeichnete, regionale, extreme Schneelasten zu nutzen.



8.2 Berücksichtigung des Klimawandels

Im Rahmen der Gefahrenquellenanalyse sollen die voraussichtlichen Folgen des Klimawandels Berücksichtigung finden, selbst wenn diese naturgemäß mit Unsicherheiten behaftet sind. Es ist davon auszugehen, dass der bereits eingetretene Wandel des Klimas Einfluss auf Intensität und Häufigkeit des Wirksamwerdens zumindest eines Teils der oben genannten Gefahrenquellen hat.

Allerdings lassen die Erkenntnisse zu Veränderungen der Windgeschwindigkeiten, Schnee- und Eislasten in Deutschland bisher keinen klaren Trend erkennen (vergleiche Kapitel 2). Daher können derzeit²⁷ keine Klimaänderungsfaktoren für die obenstehenden Lasten angegeben werden.

8.3 Windbedingte Projektile

Halten Anlagen oder Anlagenteile den oben beschriebenen, statischen oder dynamischen Lasten nicht stand, so kann es zum Ein- oder Umstürzen, zum Verlust oder zur Ablösung von Anlagenteilen sowie zur Bildung von Projektilen kommen („interne Projektilbildung“). Gleiches gilt für dem Betriebsbereich benachbarte bauliche Anlagen und sonstige Objekte, wie z. B. Bäume („externe Projektilbildung“).

Wie Erfahrungen mit windbedingten Projektilen gezeigt haben, können mögliche Gefahrenquellen wie folgt zusammengefasst werden:

8.3.1 Ablösung und Ausfall von SRA

Die Ablösung und der Ausfall von Anlagenteilen kann selbst sicherheitsrelevant sein.

8.3.2 Beschädigung von SRA

SRA können durch windbedingte Projektile gefährdet werden (vergleiche Kapitel 6.2.1). Soweit ein Ein- oder Umstürzen relevant ist, kann der gefährdete Bereich meist einfach bestimmt werden. Bei luftgetragenen Projektilen hängt die Gefährdung vom Projektilweg, den Aufprallbedingungen und dem Material des potenziell getroffenen SRA ab. Für idealisierte „Modellprojekte“ ist eine Abschätzung der möglichen Flugbahnen und der Folgen eines Auftreffens möglich.

Als Ursache von Projektilbildung und Projektilbewegung können Böengeschwindigkeiten, die über dem 1,1-fachen nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 liegen, vernünftigerweise ausgeschlossen werden.

9 Ermittlung der gefährdeten sicherheitsrelevanten Teile des Betriebsbereichs (SRB) und sicherheitsrelevanten Anlagenteile (SRA)

SRB und SRA sind

1. Teile eines Betriebsbereichs und Anlagenteile mit besonderem Stoffinhalt,
 2. Teile eines Betriebsbereichs und Anlagenteile mit besonderer Funktion
- (siehe auch KAS-1 und Vollzugshilfe des BMU zur Störfall-Verordnung).

Gefährdete Teile von Betriebsbereichen und Anlagen im Sinne dieser TRAS sind SRB und SRA, bei denen bei Wirksamwerden der jeweiligen umgebungsbedingten Gefahrenquellen (d. h. Gefährdung durch die Umgebung) eine Gefahr bzw. Gefährdung durch einen Störfall (d. h. Gefahr bzw. Gefährdung im Betriebsbereich oder für die Umgebung) bestehen kann. Der Kreis der zu schützenden SRB oder SRA ist daher von der Art der Gefahrenquelle und der unterstellten Intensität derselben abhängig.

Auch Einrichtungen außerhalb des Betriebsbereichs (z. B. externe Versorgungen, wie Hochspannungsfreileitungen oder Stickstoffversorgung) können eine Sicherheitsrelevanz aufweisen. Die möglichen Wirkungen der Gefahrenquellen auf diese Einrichtungen müssen dann ebenfalls betrachtet werden.

Hinweis: Bei bestehenden Betriebsbereichen der oberen Klasse waren die SRB und SRA bereits für die Erstellung des Sicherheitsberichts zu ermitteln. Wenn die jeweilige Gefahrenquelle auf mehr als ein SRB oder SRA mit dem gleichen Stoff bzw. der gleichen Stoffgruppe gemäß Anhang I der Störfall-Verordnung wirken kann, ist die bisherige Ermittlung und Betrachtung der SRB und SRA zu überprüfen.

9.1 Gefahrenquellen durch statische und dynamische Lasten

9.1.1 Windlasten

Auf Grundlage der bereits gemäß KAS-1 ermittelten SRA sind die Teile zu ermitteln, die durch Windlasten (Böen oder Schwingungen) gefährdet sind.

Folgende Hinweise zur Identifizierung sind zu beachten:

1. Eine Gefährdung der in baulichen Anlagen untergebrachten SRA ist zu prüfen. Dies kann entfallen, wenn für die bauliche Anlage eine ausreichende Standsicherheit nachgewiesen wird (vgl. Kapitel 11).
2. Die Gefährdung von SRA, die vollständig im Erdreich verlegt sind, kann ausgeschlossen werden.
3. SRA, die ohne Einhausung im Freien stehen, sind potenziell gefährdet.

9.1.2 Schnee- und Eislasten

²⁷ Stand März 2021



Grundsätzlich können die Schnee- und Eislasten auf alle im Freien liegenden Anlagenteile einwirken. Aufgrund von Schneeverwehungen, Abrutschungen oder Ansammlungen ist besonderes Augenmerk auf Flächen bzw. Anlagenteile zu legen, die sich unterhalb von höher gelegenen Anlagenteilen befinden.

Der Betreiber soll anhand eines Lageplans die in besonderem Maße betroffenen Anlagenteile hinsichtlich ihrer Gefährdung kategorisieren.

Liegt die Temperatur der Gebäude- bzw. Anlagenhülle dauerhaft höher als 0 Grad Celsius, so kann auf eine detaillierte Betrachtung verzichtet werden.

9.2 Gefahrenquellen durch windbedingte Projektile: Ermittlung der gefährdeten Anlagen und Anlagenteile

Jeder Anlagenbetreiber muss verhindern, dass sich Teile von baulichen Anlagen oder anderen Objekten durch Böen oder Windspitzen losreißen und zu windbedingten Projektilen werden können. Diese Pflicht schließt auch Bäume und Äste im Betriebsbereich ein. Sie dient zum einen dem Schutz von Personen entsprechend der Verkehrssicherungspflicht und dem Arbeitsschutz. Zum anderen sind im Geltungsbereich der Störfall-Verordnung auch SRA zu schützen, unabhängig davon, ob gleichzeitig eine unmittelbare Personengefährdung vorliegt.

Die Gefahrenquelle „windbedingte Projektile“ soll daher systematisch untersucht werden. Neben möglichen betriebsinternen Projektilquellen ist auch das nähere Umfeld des Betriebsbereichs zu berücksichtigen (z. B. Bäume an der Werksgrenze, naheliegende Anlagen und Infrastruktureinrichtungen). Nachfolgend wird eine Vorgehensweise dargestellt, die sich im Rahmen des Gebäudemanagements bewährt hat. Andere, gleichwertige Vorgehensweisen können ebenfalls angewandt werden. Die Systematik beruht auf folgenden Elementen:

1. regelmäßige, dem Zustand und Gefahrenpotenzial der Anlage angepasste Überprüfungen,
2. Bewertung vorgefundener Mängel und Festlegung wirksamer Maßnahmen,
3. Umsetzung der Maßnahmen in dem vorgegebenen Zeitrahmen und
4. gegebenenfalls Anpassung der Überprüfungsfrequenz.

Im Rahmen der Überprüfungen (Schritt 1) sind vorzugsweise durch eine Vor-Ort-Kontrolle potenzielle Quellen für windbedingte Projektile zu ermitteln.

Als potenzielle Projektilquellen sind beispielweise zu betrachten:

- a) nicht sicher befestigte Anlagenteile (z. B. Gerüstteile, Blechverkleidungen),
- b) nicht bauliche Anlagen, z. B. Bäume, die bei Böen oder Windspitzen umstürzen und SRA treffen können und
- c) freie Lagerflächen mit z. B. Containern, Ersatzteilen, Gebinden usw., die durch Wind fortgetragen werden können.

Zunächst ist zu prüfen, ob sich unter den identifizierten, potenziellen Projektilen Anlagenteile befinden, deren Ablösung und Ausfall sicherheitsrelevant ist.

Anschließend ist zu prüfen, ob sich Projektile in einer solchen Entfernung von SRA und in einer solchen Art bilden können, dass eine funktionsstörende Einwirkung auf SRA vernünftigerweise nicht ausgeschlossen werden kann.

Mögliche Maßnahmen zur Vermeidung der Bildung von windbedingten Projektilen (Schritte 2 bis 4) sind in Kapitel 12 beschrieben.

10 Ermittlung der Störfalleintrittsvoraussetzungen

Nicht jedes Wirksamwerden einer Gefahrenquelle auf die gemäß Kapitel 9 identifizierten im Sinne dieser TRAS relevanten Anlagen und Anlagenteile, wie Tragwerke, kann zu einer ersten Gefahr führen. So ist beispielsweise das Eintreten eines Starkwindereignisses unter Umständen eine Störfalleintrittsvoraussetzung, muss aber nicht zwangsläufig zu einer ersten Gefahr führen.

Bei der Ermittlung der Störfalleintrittsvoraussetzungen ist für die einzelnen gefährdeten SRB und SRA zu prüfen, ob im Falle des Wirksamwerdens der unterstellten Art und Intensität der jeweiligen Gefahrenquelle tatsächlich ein Störfall eintreten kann oder ob nur eine Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes vorliegt. Hierzu ist zu untersuchen, wie sich das Wirksamwerden der Gefahrenquelle auf die jeweils gefährdeten SRB und SRA auswirken kann.

Zur weiteren Eingrenzung der im Sinne dieser TRAS gefährdeten Anlagen von Betriebsbereichen wird folgendes Vorgehen vorgeschlagen:

1. Ermittlung der Auswirkungen auf gefährdete SRA mit besonderem Stoffinhalt,
2. Ermittlung der Auswirkungen auf gefährdete SRA mit besonderer Funktion,
3. Ermittlung der Auswirkungen auf gefährdete SRB,
4. Ermittlung der Auswirkungen auf den Betriebsbereich.

Spätestens im letzten Schritt sind die Folgen des gleichzeitigen Wirkens von Gefahrenquellen auf alle Anlagen und Anlagenteile des Betriebsbereichs sowie Wechselwirkungen (Wirkung auf eine Anlage oder ein Anlagenteil löst Störfall in einer anderen Anlage oder einem anderen Anlagenteil aus) zu betrachten.



Beispiele von Szenarien zur Ermittlung der Voraussetzungen von Störfällen:

1. Extremwind:

- a) Umstürzen und Rollen von unbefestigten Gebinden und Tanks,
- b) Lösen von Tanks oder Behältern aus den Verankerungen mit Beschädigung der verbindenden Rohrleitung (Lageveränderung),
- c) Rohrleitungsabriss durch Schwingungen,
- d) Beschädigung von Schwimmdächern durch windinduzierte Schwingungen,
- e) Druckänderung und Druckschwankung in Abgassystemen,
- f) Beschädigung von Gebäuden bzw. Gebäudeteilen,
- g) Ausfall der Versorgung mit Betriebsmitteln,
- h) Ausfall der Kommunikationsverbindungen.

2. Extreme Schnee- und Eislasten:

- a) Einsturz von Dächern oder Gebäudeteilen,
- b) Unterbrechung von Versorgungsleitungen innerhalb und außerhalb des Betriebsbereichs, wie z. B.
 - i) Stromversorgung,
 - ii) Prozessleittechnik,
 - iii) Rohrleitungen für Betriebsmittel,
 - iv) Sonstigen sicherheitstechnischen Einrichtungen, wie z. B. Kommunikationseinrichtungen,
 - v) Eisbildung auf Rohrleitungen und Pumpen.

3. Windbedingte Projektile:

- a) Durchschlagen von Tanks, Behältern oder Reaktionsgefäßen mit gefährlichen Stoffen aus dünnwandigen bzw. mechanisch nicht ausreichend robustem Material (z. B. Membranen oder Glas),
- b) Abriss von Rohrleitungen,
- c) Beschädigung von Pumpen, Ventilen und MSR-Einrichtungen,
- d) Einschränkung der Funktion oder Ausfall von Anlagenteilen und Versorgungseinrichtungen innerhalb und außerhalb des Betriebsbereichs, wie z. B.
 - i) Stromversorgung,
 - ii) Prozessleittechnik,
 - iii) Rohrleitungen für Betriebsmittel,
 - iv) sonstigen sicherheitstechnischen Einrichtungen, wie z. B. Kommunikationseinrichtungen.

11 Schutzziele und Grundlagen für das Schutzkonzept

Auf der Grundlage der Kenntnisse der möglichen Gefahrenquellen (Kapitel 8 – Detaillierte Gefahrenquellenanalyse) und der hierdurch möglichen Gefahren bzw. Gefährdungen (Kapitel 10 – Ermittlung der Störfalleintrittsvoraussetzungen) sind Schutzziele aufzustellen.

Vorgaben zum Erreichen der Schutzziele gegenüber den Gefahrenquellen Wind, Schnee- und Eislasten:

A) Für neue Betriebsbereiche und SRA gilt:

1. Auslegung der SRA und baulichen Anlagen, in denen SRA betrieben werden, entsprechend der Zuordnung der Schadensfolgeklassen gemäß Tabelle 3 mit folgenden Maßgaben:

Die Ermittlung der Schadensfolgeklasse ist ein zusammengefasstes Ergebnis der Untersuchungen gemäß Kapitel 8, 9 und 10 insbesondere unter Berücksichtigung repräsentativer Szenarien.

- a) Für SRA und bauliche Anlagen, in denen sich diese befinden, ist mindestens von der Schadensfolgeklasse 2 (CC 2) auszugehen.
 - b) Bei hohem Gefahrenpotenzial oder Gefährdungen sollen SRA und bauliche Anlagen, in denen sich diese befinden, der Schadensfolgeklasse 3 (CC 3) entsprechen.
 - c) Bei besonders hohem Gefahrenpotenzial oder Gefährdungen ist zu prüfen, ob es der Anwendung weitergehender Teilsicherheitsbeiwerte bedarf (siehe DIN EN 1990:2021-10 Anhang B Tabelle 2 Anmerkung).
2. Überwachung der Planung, Herstellung und Errichtung von neuen SRA und baulichen Anlagen, in denen sich SRA befinden, entsprechend der Ausführungsklasse exc 2 (DIN EN 1090-2), der Überwachungsmaßnahmen DSL 2 und der Überwachungsstufe IL 2 nach DIN EN 1990/NA.
Bei besonders hohem Gefahrenpotenzial²⁸ ist zu prüfen, ob es der Anwendung von Überwachungsmaßnahmen bzw. -stufen der Kategorien DSL 3 bzw. IL 3 bedarf.

²⁸ Z. B. wenn das Anlagenteil selbst die Mengenschwellen von Anhang I Spalte 5 der Störfall-Verordnung erreicht oder überschreitet.



3. Auslegung der SRA und baulichen Anlagen, in denen SRA betrieben werden, gegen Böen, Windspitzen und Schwingungen entsprechend DIN EN 1991-1-4/NA: 2010-12 mit den erhöhten Anforderungen gemäß Buchstabe A Nummer 1 Örtliche Gegebenheiten sind zu berücksichtigen.
 4. Auslegung der SRA und baulichen Anlagen, in denen diese betrieben werden, erfolgt gegen Schneelasten entsprechend DIN EN 1991-1-3/NA: 2019-04 mit den erhöhten Anforderungen gemäß Buchstabe A Nummer 1. Zusätzlich erforderlich ist eine Auslegung gegen außergewöhnliche Schneelasten aufgrund behördlich hierfür festgelegter Rechenwerte oder, falls diese nicht vorhanden sind, bisher regional eingetretenen, extremen Schneelasten.
 5. Auslegung der SRA und baulichen Anlagen, in denen sich diese befinden, gegen Eislasten entsprechend DIN EN 1991-1-3/NA: 2019-04 und mit den Anforderungen gemäß Buchstabe A Nummer 1.
 6. Überwachung von baulichen Anlagenteilen, die sicherheitsrelevant sind oder in denen SRA betrieben werden, entsprechend VDI-Richtlinie 6200²⁹.
 7. Sicherung von SRA gegen Projekttilbildung (Ablösung und Ausfall von Anlagenteilen).
 8. Schutz von SRA und baulichen Anlagen, in denen sich diese befinden, gegen Projektilaufprall (Beschädigung von Anlagenteilen durch luftgetragene, bodennahe und sonstige Projektile).
- B) Bestehende Betriebsbereiche: Anlagen und Anlagenteile, die vor dem 16. Juli 2015³⁰ genehmigt wurden.
1. Es ist nachzuweisen, dass die obenstehenden Anforderungen Buchstabe A Nummern 1, 3, 4 und 5 erfüllt werden. Für bestehende Anlagen und Anlagenteile gilt die Anforderung Buchstabe A Nummer 2 nicht, da die Überwachung gemäß DSL 3 oder DSL 2 und IL 3 oder IL 2 bei Planung und Herstellung nachträglich nicht oder nur bedingt realisierbar ist.

Der Nachweis ist mit den Einwirkungen aus DIN EN 1991-1-3:2010-12, DIN EN 1991-1-3/NA: 2019-04, DIN EN 1991-1-4:2010-12 und DIN EN 1991-1-4/NA: 2010-12 zu führen. Methodisch kann die Bemessung jedoch auch nach den Normen erfolgen, die zum Zeitpunkt der letzten Erteilung einer Genehmigung galten.
 2. Bei immissionsschutzrechtlichen Änderungen, die sich wesentlich auf die Standsicherheit auswirken (z. B. entsprechende Nutzungsänderungen, Änderungen an der Haupttragkonstruktion einschließlich der zugehörigen Aussteifungssysteme), ist neben dem Nachweis nach Buchstabe A Nummer 1 für die zur Änderung vorgesehenen Anlagenteile auch nachzuweisen, dass das erforderliche Zuverlässigkeitsniveau des genehmigten Bestandes nicht verschlechtert wird.
 3. Bei immissionsschutzrechtlichen Änderungen, die sich nicht oder nicht wesentlich auf die Standsicherheit auswirken (z. B. keine Änderung der Haupttragkonstruktion einschließlich der zugehörigen Aussteifungssysteme), ist die Führung des Nachweises gemäß Buchstabe B Nummer 1 nicht zusätzlich erforderlich.
 4. Bei älteren Anlagen kann der Fall eintreten, dass ein Nachweis gemäß Buchstabe B Nummer 1 nicht geführt werden kann, insbesondere da
 - a) der mit der Prüfung Beauftragte keine ausreichenden Unterlagen vorfindet oder
 - b) die ursprünglichen Berechnungen auf für diese Prüfung nicht geeigneten älteren Normen bzw. sonstigen Technischen Bauvorschriften beruhen (VDI-Richtlinie 6200 Kapitel 3 Absatz 3).
In diesen Fällen ist eine Erstüberprüfung nach VDI-Richtlinie 6200 (siehe insbesondere Kapitel 6 Bauwerksbestand) oder einem mindestens gleichwertigen Verfahren durch einen Prüfenieur bzw. Prüfsachverständigen für Standsicherheit oder Bauwerksprüfung (z. B. gemäß VDI-Richtlinie 1076) oder einem mindestens gleichwertigen Verfahren durch eine besonders fachkundige Person gemäß VDI-Richtlinie 6200 Kapitel 11 durchzuführen. Insbesondere ist dabei zu prüfen, ob die durch die bei der ursprünglichen Auslegung verwendeten Normen gegebenen Lastreserven noch nutzbar sind (z. B. Prüfung von tragenden Anlagenteilen auf Integrität) und das Schutzziel von Buchstabe B Nummer 1 erfüllen. Ist dies der Fall, hat der Betreiber organisatorische Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, damit im Rahmen des Betriebs die zulässigen Nutzlasten eingehalten werden, so dass die Lastreserven gewahrt bleiben. Die Nutzbarkeit von Lastreserven muss auch Inhalt der regelmäßigen Überprüfungen sowie gezielter Überprüfungen nach besonderen Lastfällen (z. B. hohen Schneelasten, Orkanen) sein.

Falls die oben genannten Lastreserven nicht mehr nutzbar sind, hat der Prüfer den Betreiber unverzüglich über die erforderlichen Konsequenzen zu informieren (VDI-Richtlinie 6200 Kapitel 10.1.3).
 5. Kann der Nachweis gemäß Buchstabe B Nummer 1 nicht – auch nicht durch eine Überprüfung gemäß Buchstabe B Nummer 4 – geführt werden, muss eine Sanierung (Anpassung an den Stand der Technik oder Sicherheitstechnik) durchgeführt werden (vergleiche VDI-Richtlinie 6200 Kapitel 10.2.1).
- Ist die Sanierung technisch nicht möglich oder nicht verhältnismäßig, so sind ersatzweise technische oder organisatorische Maßnahmen zu ergreifen, die ein gleichwertiges Sicherheitsniveau gewährleisten.
- Für die Umsetzung der obenstehenden Anforderungen und deren Prüfung kann die zuständige Behörde die Vorlage eines Gutachtens eines oder einer nach § 29b BImSchG bekannt gegebenen Sachverständigen oder von Prüfenieuren, Prüfmännern und Prüfsachverständigen im Sinn der Verordnung über die Prüfenieure, Prüfmänner und Prüfsachverständigen im Bauwesen verlangen.

²⁹ VDI-Richtlinie 6200: Standsicherheit von Bauwerken – Regelmäßige Überprüfung (Februar 2010)

³⁰ Tag der Veröffentlichung der ersten TRAS 320.



Tabelle 3: Zuordnung von Schadensfolgeklassen gemäß DIN EN 1990:2021-10 zu Begriffen der Störfall-Verordnung

gemäß DIN EN 1990:2021-10		§ 2 Begriffsbestimmungen der Störfall-Verordnung
Schadensfolgeklassen	Merkmale	
CC 3	Hohe Folgen für Menschenleben oder sehr große wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Ereignis: Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs in einem Betriebsbereich unter Beteiligung eines oder mehrerer gefährlicher Stoffe.
CC 2	Mittlere Folgen für Menschenleben, beträchtliche wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Störfall: ein Ereignis, das unmittelbar oder später innerhalb oder außerhalb des Betriebsbereichs zu einer ernststen Gefahr oder zu Sachschäden nach Anhang VI Teil 1 Abschnitt I Nummer 4 führt; ernste Gefahr: eine Gefahr, bei der a) das Leben von Menschen bedroht wird oder schwerwiegende Gesundheitsbeeinträchtigungen von Menschen zu befürchten sind, b) die Gesundheit einer großen Zahl von Menschen beeinträchtigt werden kann oder c) die Umwelt, insbesondere Tiere und Pflanzen, der Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur oder sonstige Sachgüter geschädigt werden können, falls durch eine Veränderung ihres Bestandes oder ihrer Nutzbarkeit das Gemeinwohl beeinträchtigt würde;
CC 1	Niedrige Folgen für Menschenleben und kleine oder vernachlässigbare wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	

12 Erarbeitung von Schutzkonzepten

Auf der Grundlage der vernünftigerweise nicht auszuschließenden Gefahrenquellen, identifizierten Gefahren bzw. Gefährdungen und Schutzzielen sind Schutzkonzepte zu entwickeln. Bei der Erarbeitung von Schutzkonzepten ist die Forderung zur Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik nach § 3 Absatz 4 der Störfall-Verordnung zu beachten. Neben technischen sind auch organisatorische Vorkehrungen möglich, die geeignet sind, das Schutzziel zu erreichen. Voraussetzung für die Zulässigkeit dieser Vorkehrungen ist ein Nachweis über deren Eignung und Wirksamkeit. Die Bewertung erfolgt im Einzelfall.

Bei der Erarbeitung eines Schutzkonzeptes ist neben der Intensität eines Ereignisses

1. die Geschwindigkeit des Eintritts des Ereignisses,
2. die Vorwarnzeit (z. B. Wettervorhersage) sowie
3. die Handlungsfähigkeit während des Ereignisses

von mitentscheidender Bedeutung. Dies betrifft insbesondere organisatorische Maßnahmen, wie z. B. die Umlagerung von gefährlichen Stoffen in sichere Anlagen, die Befestigung loser Anlagenteile, den zusätzlichen Schutz von Anlagenteilen oder die rechtzeitige Außerbetriebnahme von Anlagen oder Anlagenteilen.

Die wesentlichen technischen Schutzmaßnahmen, die bei der Erarbeitung eines Schutzkonzeptes berücksichtigt werden können, sind baulicher Art:

1. Bauliche Maßnahmen gegen Extremwinde sind z. B.
 - a) Auslegung von SRB und SRA gegen Windlasten entsprechend DIN EN 1991-1-4:2010-12 mit der erforderlichen Zuverlässigkeitsklasse,
 - b) entsprechende Anwendung auf sonstige Anlagen,
 - c) Einhausung gefährdeter Anlagenteile,
 - d) Sicherung von Anlagenteilen, die potenzielle betriebsinterne Quellen für die Projektbildung darstellen, Trümmerteile, wie z. B. Kamine, Abluftfilter usw.,
 - e) vollständig unterirdische Anordnung von SRB und SRA, soweit mit den Anforderungen der Überwachung, Instandhaltung und des Gewässerschutzes vereinbar.
2. Bauliche Maßnahmen gegen winderregte Schwingungen sind z. B.
 - a) aerodynamische Maßnahmen zur Störung der auslösenden Strömungskräfte,
 - b) strukturelle Maßnahmen wie Schwingungsdämpfer, Störabspannungen, Frequenzverstimmlungen.



3. Bauliche und organisatorische Maßnahmen gegen Schnee- und Eislasten sind z. B.
 - a) Auslegung von SRB und SRA gegen Schnee- und Eislasten entsprechend DIN EN 1991-1-3:2010-12 unter Anwendung der erforderlichen Zuverlässigkeitsklasse und Berücksichtigung außergewöhnlicher Lasten,
 - b) entsprechende Anwendung auf nicht bauliche Anlagen,
 - c) ergänzend Messung der Schneelast mit Sensoren und Räumung der Dächer ab einer bestimmten Last (organisatorische Maßnahme).
4. Maßnahmen gegen Projektile sind z. B.
 - a) regelmäßige Sensibilisierung und Unterweisung der Beschäftigten hinsichtlich möglicher Folgen von Projektilen und ihrer Pflichten zur Vermeidung von Projektildbildung,
 - b) Begehung des Werksgeländes mit besonderem Augenmerk auf potenzielle Quellen für Projektildbildung; regelmäßig und im Falle von Sturmwarnungen,
 - c) Bewertung der vorgefundenen Mängel und Bestimmung von wirksamen Maßnahmen, wenn bis zur nächsten Überprüfung die Sicherheit nicht gewährleistet werden kann. Dazu zählen z. B. folgende Maßnahmen:
 - i) Erneuerung der Befestigung nicht ausreichend befestigter Anlagenteile,
 - ii) gegebenenfalls Anbringung zusätzlicher tragender bzw. stabilisierender Strukturen,
 - iii) Anbringung von Fangnetzen zur Sicherung gegen herabfallende Fassadenteile,
 - iv) gegebenenfalls zusätzliche Abgrenzung gefährdeter Bereiche,
 - v) Anbringung von Anfahrerschutz,
 - vi) Sicherung oder Entfernung von Bäumen, in deren Einwirkungsbereich beim Umstürzen SRA getroffen werden können.

Durch diese Maßnahmen ist sicherzustellen, dass eine Projektildbildung als Störfallursache vernünftigerweise ausgeschlossen werden kann.

- d) Bis zur Umsetzung der Maßnahmen sind gegebenenfalls Ersatzmaßnahmen zu treffen. Dazu zählen z. B.
 - i) Reduzierung der Deckenlast bis zum Einbau zusätzlicher tragender Elemente,
 - ii) Sicherung von Bäumen gegen Umstürzen durch fest verankerte Seile.

Unter Umständen kann es erforderlich sein, die Überprüfungsfrequenz anzupassen, um den zeitlichen Verlauf des Schadensbildes im Auge zu behalten und gegebenenfalls erforderliche Maßnahmen auch rechtzeitig treffen zu können.

13 Prüfung der Schutzkonzepte

Das gemäß Kapitel 12 entwickelte Schutzkonzept ist hinsichtlich des Erreichens der Schutzziele zu überprüfen. Hierbei sind die Eintrittswahrscheinlichkeiten und Intensitäten der umgebungsbedingten Gefahrenquellen sowie die Versagenswahrscheinlichkeiten der gewählten Vorkehrungen zur Risikoverminderung zu berücksichtigen.

Die Untersuchung dient dem Nachweis, dass die Betreiberpflichten gemäß der Störfall-Verordnung und BImSchG erfüllt sind.

Werden die gewählten Vorkehrungen und Maßnahmen nicht als ausreichend bewertet, so ist das jeweilige Schutzkonzept zu überarbeiten, um weitere Vorkehrungen und Maßnahmen zur Störfallvorsorge einzubeziehen.

Sind die Vorkehrungen und Maßnahmen ausreichend, sind die bisherigen Schritte, insbesondere die Schutzziele, Schutzkonzepte und deren Prüfung, unter Beachtung der entsprechenden Anforderungen der Störfall-Verordnung und des BImSchG zu dokumentieren.

14 Ermittlung von Szenarien entsprechend § 3 Absatz 3 der Störfall-Verordnung („Dennoch-Störfälle“) und Szenarien für die Alarm- und Gefahrenabwehrplanung

Die Ermittlung dieser Szenarien erfolgt, um

1. die Maßnahmen, die erforderlich sind, um die Auswirkungen von vernünftigerweise auszuschließenden Störfällen so gering wie möglich zu halten (gemäß § 3 Absatz 3 und § 5 Absatz 1 der Störfall-Verordnung („Dennoch-Störfälle“), 9.2.6.2.3 Nummer 2 der Vollzugshilfe des BMU zur Störfall-Verordnung),
2. die für die Ausarbeitung von internen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen (gemäß § 10 der Störfall-Verordnung) erforderlichen Informationen und
3. die für die Erstellung externer Alarm- und Gefahrenabwehrpläne erforderlichen Informationen (gemäß § 9 Absatz 1 Nummer 4 der Störfall-Verordnung, 9.2.6.2.3 Nummer 3 der Vollzugshilfe des BMU zur Störfall-Verordnung) zu ermitteln.

Vernünftigerweise auszuschließende Gefahrenquellen können zu Dennoch-Störfällen führen, deren Eintreten zwar nicht zu verhindern ist, gegen deren Auswirkungen jedoch unabhängig von den störfallverhindernden Vorkehrungen nach § 3 Absatz 1 der Störfall-Verordnung zusätzliche störfallauswirkungsbegrenzende Maßnahmen zu treffen sind (§ 3 Absatz 3 der Störfall-Verordnung).



Dies bedeutet, dass insbesondere im Falle einer Stofffreisetzung aufgrund vernünftigerweise auszuschließender Gefahrenquellen zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen sind, um schädliche Auswirkungen auf Menschen, Umwelt und Sachgüter so gering wie möglich zu halten.

Die in dieser TRAS betrachteten Gefahrenquellen können grundsätzlich dazu führen, dass der sichere Einschluss von gefährlichen Stoffen nicht mehr gewährleistet ist. Es ist daher mindestens die ursachenunabhängige Freisetzung der größten zusammenhängenden Menge (GZM) eines gefährlichen Stoffes im Sinne der Störfall-Verordnung anzunehmen.

Im Einzelnen ist bei der Darstellung der Szenarien noch zu beachten:

1. Umgebungsbedingte Gefahrenquellen, wie z. B. Tornados, Extremwinde und Schneelasten, sind flächige Ereignisse und können daher auf mehrere Anlagenteile gleichzeitig wirken und Störungen verursachen.
2. Als Folge ist zu prüfen, ob mehr als die GZM freigesetzt werden kann (z. B. Versagen mehrerer Behälter).
3. Es ist davon auszugehen, dass die Verfügbarkeit bisher vorgesehener auswirkungsbegrenzender Maßnahmen bei umgebungsbedingten Gefahrenquellen unter Umständen eingeschränkt ist (kein Aufenthalt im Freien möglich, Zufahrtswege blockiert etc.).
4. Es ist darüber hinaus anzunehmen, dass die Verfügbarkeit externer Kräfte eingeschränkt ist. Rettungs- und Eingriffskräfte können SRB oder SRA, z. B. wegen Projektflug, Schneehöhen, Schneewehen oder Vereisung von Straßen, nicht erreichen.
5. Darüber hinaus ist zu prüfen, inwieweit eine Störung eine weitere Störung an einer anderen Anlage und an einem anderen Anlagenteil auslösen kann.

Gegen extrem unwahrscheinliche Gefahrenquellen (exzeptionell) sind keine anlagenbezogenen Vorkehrungen und Maßnahmen zu treffen. Dies gilt z. B. für Tornados der Stufe F5, die in Deutschland nach dem gegenwärtigen Stand des Wissens bislang nicht sicher nachgewiesen sind. Eine Berücksichtigung im Rahmen der Störfallauswirkungsbeurteilung ist unter diesen Bedingungen nicht sinnvoll.

15 Festlegung von Maßnahmen zur Begrenzung von Störfallauswirkungen

Nach § 3 Absatz 3 Störfall-Verordnung hat der Betreiber zur Erfüllung seiner Pflichten vorbeugend Maßnahmen zu treffen, um die Auswirkungen von Störfällen so gering wie möglich zu halten. Der Stand der Sicherheitstechnik umfasst technische und organisatorische Maßnahmen, die in den folgenden Kapiteln dargestellt werden. Bei den technischen Maßnahmen zur Begrenzung von Störfallauswirkungen sind zwei grundsätzliche Möglichkeiten zu unterscheiden:

1. Maßnahmen, die unmittelbar an der betroffenen Anlage oder dem betroffenen Anlagenteil ansetzen (z. B. Tanklager, Rohrleitungen), um die Freisetzung von gefährlichen Stoffen zu minimieren,
2. Maßnahmen, die um den betroffenen Betriebsbereich oder um die betroffene Anlage ansetzen, um die Ausbreitung von Stoffen zu verhindern bzw. einzuschränken.

Ob und inwieweit die in dieser TRAS betrachteten äußeren umgebungsbedingten Gefahrenquellen Maßnahmen zur Verhinderung von Schadstoffausbreitungen überhaupt zulassen, muss systematisch im Einzelfall geprüft werden. Z. B. kann bei Windereignissen für Personen der Aufenthalt im Freien unmöglich, da lebensgefährlich sein. Als Gefahrenquelle kann auch die Vereisung von internen Verkehrswegen angesehen werden. Sollte es zur Vereisung kommen und dadurch die Gefahr bestehen, dass Fahrzeuge die Verkehrswege nicht sicher befahren können und gegebenenfalls gegen SRA stoßen, so ist z. B. durch Enteisungsmaßnahmen diese Gefahrenquelle auszuschließen.

Neben dem betroffenen Betriebsbereich oder der betroffenen Anlage kann auch die nähere Umgebung derselben betroffen sein und die Gefahrenquelle kann über eine längere Zeit andauern. Dies ist im Alarm- und Gefahrenabwehrplan zu berücksichtigen (siehe Kapitel 16.2).

Es ist zu prüfen, ob die bereits entwickelten Schutzkonzepte im Sicherheitsbericht ohnehin die Szenarien Freisetzung von Stoffen, Brand und Explosion abdecken und ob die hier gegebenenfalls bereits vorgesehenen störfallauswirkungsbegrenzenden Maßnahmen ausreichend sind.

Als für den Geltungsbereich dieser TRAS spezifische Hinweise für Maßnahmen zur Begrenzung der Störfallauswirkungen können beispielhaft genannt werden:

1. Sicherheitstechnische Einrichtungen und Schutzvorkehrungen:
 - a) Auffangräume,
 - b) Schutzmauern oder Schutzwälle,
 - c) Schnellschlusseinrichtungen.
2. Berücksichtigung der Gefährdungen durch Wind, Schnee- und Eislasten in der betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrorganisation.
3. Berücksichtigung der Gefährdungen durch Wind, Schnee- und Eislasten bei der Beratung der Gefahrenabwehrbehörden und Einsatzkräfte bei einem Störfall (§ 5 Absatz 2 der Störfall-Verordnung).



16 Planung für Notfälle, Ergänzung in betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen, Übermittlung von Informationen für die externe Alarm- und Gefahrenabwehrplanung

16.1 Planung für Notfälle

Gemäß § 8 Absatz 4 Störfall-Verordnung hat der Betreiber das Konzept zur Verhinderung von Störfällen, einschließlich des diesem Konzept zugrunde liegenden Sicherheitsmanagementsystems, sowie die Verfahren zu dessen Umsetzung zu überprüfen und erforderlichenfalls zu aktualisieren. Dies betrifft daher auch die in Anhang III Nummer 2 Buchstabe e der Störfall-Verordnung erforderliche Planung für Notfälle. Im Rahmen einer derartigen Aktualisierung sind die Ergebnisse der obigen Schritte zu berücksichtigen.

16.2 Ergänzung in betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen

Nach § 10 der Störfall-Verordnung hat der Betreiber eines Betriebsbereichs der oberen Klasse einen internen Alarm- und Gefahrenabwehrplan zu erstellen und nach § 10 Absatz 4 der Störfall-Verordnung zu erproben, zu überprüfen und zu aktualisieren. Auch Betriebsbereiche der unteren Klasse können entsprechend einer Anordnung im Einzelfall zum Aufstellen derartiger Pläne verpflichtet werden (§ 1 Absatz 2 der Störfall-Verordnung).

Bei der Erstellung des Alarm- und Gefahrenabwehrplans sind auch Einrichtungen zu berücksichtigen, die nicht auf dem Betriebsgelände stehen und nicht Teil des Betriebsbereichs sind, wie z. B. Freileitungen, Masten mit Kommunikationseinrichtungen, deren Funktionsverlust infolge von Windlasten aber als externe Gefahrenquelle Auswirkungen auf den Betriebsbereich haben könnte. Auch die Infrastruktureinrichtungen wie Straßen und Bahngleise sind zu betrachten, damit auch deren Funktionen in einem Alarm- und Gefahrenabwehrplan berücksichtigt werden können.

Es ist zu berücksichtigen, dass derartige Störungen über eine längere Zeit andauern können. Dies gilt vor allem für großflächige Tiefdruckstürme sowie für hohe Schnee- und Eislasten, die die Nutzung der Infrastruktur um den betroffenen Betriebsbereich einschränken oder gar gänzlich blockieren können. Hierzu zählen:

1. Zerstörung von freien Stromleitungen außerhalb des Betriebsbereichs

Eine Zerstörung von Freileitungen kann zum einen durch Stürme oder Tornados, aber auch durch eisigen Niederschlag in Kombination mit stärkeren Winden erfolgen. Hierbei werden entweder durch die Windbeanspruchung die Masten direkt umgeknickt oder aber bei starkem Eisregen die Stromleitungen durch anhaftendes Eis über die Belastungsgrenze hinaus beansprucht. Das kann dann zu lokalen oder aber auch großflächigen Stromausfällen führen. Grundsätzlich sollten Störungen der Versorgung mit Strom und anderen Energien zu keinen Störfällen führen. Neben der Bereitstellung eines Notstromaggregats ist hierfür die Erstellung eines Notstromkonzepts erforderlich. Auch in dem hier beschriebenen Szenario können die Gegenmaßnahmen in erster Linie durch eine unabhängige Stromversorgung der SRA eingeleitet werden. Im Notfall ist betrieblicherseits dafür Sorge zu tragen, dass auch für diese Fälle ausreichend Treibstoff für die Notstromaggregate verfügbar ist.

2. Blockierung der Zuwegungen zu dem Betriebsbereich

Durch Schnee oder Frostperioden, umgestürzte Bäume oder verstreute Projektile können die Zuwegungen zum Betriebsbereich langanhaltend gestört sein. Durch langanhaltenden und außergewöhnlich hohen Schneefall könnte die Räumung der Straßen und Wege gestört und nicht mehr möglich sein. Darüber hinaus ist durch langanhaltende Frostperioden die Gefahr der Vereisung von Wasserstraßen, welche zur Andienung dienen, gegeben. Eine Verhinderung von Gefahren kann durch ausreichende Lagerhaltung sicherheitsrelevanter Betriebsmittel und vorausschauende Planung und Beobachtung der Wetterlage erfolgen. Falls die mögliche Abgeschnittenheit zeitlich nicht vorhersehbar ist, muss mittels eines Notfallplans die sukzessive Abschaltung von gefährdeten Prozessen möglich sein, um Gefährdungen durch Mangel an sicherheitsrelevanten Betriebsmitteln zu vermeiden.

Meteorologische Dienstleister können je nach Art des meteorologischen Ereignisses mit unterschiedlicher Vorwarnzeit und Zuverlässigkeit vor Extremereignissen warnen. Der Betreiber hat zu bewerten, ob derartige Informationen für seine Alarm- und Gefahrenabwehrplanung verfügbar sind und im betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplan festzulegen, wie der Informationsfluss von einem derartigen Dienstleister erfolgt und welche Maßnahmen ab welchen Schwellen von wem ergriffen werden. Die Alarm- und Gefahrenabwehrplanung wegen Gefahren durch Extremwinde sowie Schnee- und Eislasten ist in der Regel als integraler Bestandteil eines gesamten internen Alarm- und Gefahrenabwehrplanes einzubringen. Im Einzelfall kann es aber auch sinnvoll sein, einen separaten internen Alarm- und Gefahrenabwehrplan, z. B. nur für meteorologische Extremereignisse, zu erstellen. Dieser separate Plan kann allerdings nur ein Teilbereich eines Alarm- und Gefahrenabwehrplans sein. Eine Vernetzung mit dem Gesamt-Alarm- und Gefahrenabwehrplan ist hierbei erforderlich, da Folgeabläufe wie Stofffreisetzungen resultierend aus Extremwindereignissen in wesentlichen Punkten wieder mit den Organisations- und Handlungsabläufen des Gesamt-Alarm- und Gefahrenabwehrplans konform sein müssen.

16.3 Übermittlung von Informationen für die externe Alarm- und Gefahrenabwehrplanung

Betreiber von Betriebsbereichen der oberen Klasse haben den zuständigen Behörden die für die Erstellung externer Alarm- und Gefahrenabwehrpläne erforderlichen Informationen zu übermitteln (§ 10 Absatz 1 Nummer 2 der Störfall-Verordnung).

Hinsichtlich der in dieser TRAS betrachteten Gefahrenquellen sind insbesondere die Angaben zu den „Dennoch-Störfällen“ (vgl. Kapitel 14 und 15) durch den Betreiber zu überprüfen und gegebenenfalls zu ergänzen. Auch eine eventuelle Gefährdung außerhalb des Betriebsbereichs durch luftgetragene Projektile wäre mitzuteilen.



17 Dokumentation

Die bisherigen Schritte zur Umsetzung dieser TRAS und ihre Ergebnisse, insbesondere die Schutzziele, Schutzkonzepte und deren Prüfung, sind zu dokumentieren. Bei Betriebsbereichen der oberen Klasse hat dies im Sicherheitsbericht sowie gegebenenfalls im betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplan zu erfolgen. Bei Betriebsbereichen der unteren Klasse soll dies im Konzept zur Verhinderung von Störfällen (§ 8 der Störfall-Verordnung) erfolgen.

18 Erfüllung von weiteren Pflichten der Störfall-Verordnung

18.1 Anforderungen an die Instandhaltung

Nach § 6 Absatz 1 Nummer 1 und 2 der Störfall-Verordnung hat der Betreiber zur Erfüllung seiner Pflichten die Errichtung und den Betrieb der SRA zu prüfen sowie die SRB in sicherheitstechnischer Hinsicht ständig zu überwachen und regelmäßig zu warten.

Darüber hinaus sind die Wartungs- und Reparaturarbeiten nach dem Stand der Technik durchzuführen. Auf Anhang 1 Nummer 3.2 der Vollzugshilfe des BMU wird hingewiesen.

Die Instandhaltungspflicht schließt die Instandhaltung von Vorkehrungen zur Verhinderung von Störfällen aufgrund von umgebungsbedingten Gefahrenquellen und Maßnahmen zur Begrenzung von Auswirkungen derartiger Störfälle ein. Instandhaltungsarbeiten aufgrund von Herstellervorschriften oder Technischen Regeln sind durchzuführen.

Für länger andauernde Instandhaltungsarbeiten sind besondere Maßnahmen für saisonale Extremwetterlagen aufzunehmen.

18.2 Informationen und Schulungen der Beschäftigten

Durch geeignete Bedienungs- und Sicherheitsanweisungen, durch Schulung sowie Unterweisung des Personals hat der Betreiber Fehlverhalten vorzubeugen. (Dies gilt auch für das relevante Personal von Fremdfirmen.) Auf Anhang 1 Nummer 3.4 der Vollzugshilfe des BMU zur Störfall-Verordnung wird hingewiesen.

Die Schulung des Personals beinhaltet sowohl das erforderliche Verhalten zur Erfüllung der Pflichten nach Störfall-Verordnung, z. B. zur Verhinderung von Störfällen und zur Begrenzung von Störfallauswirkungen, als auch das Verhalten zur eigenen Sicherheit im Falle des Wirksamwerdens der in dieser TRAS betrachteten umgebungsbedingten Gefahrenquellen.

Das Personal ist hinsichtlich Art, möglicher Intensität und Häufigkeit der vernünftigerweise nicht ausgeschlossenen umgebungsbedingten Gefahrenquellen und bei deren Wirksamwerden erforderlichen Verhaltens zu schulen. In Anweisungen ist festzulegen, wer das Vorliegen einer akuten Gefahr bzw. Gefährdung feststellt, wie das Personal darüber informiert wird, wer sich wie zur Verhinderung von Störfällen oder zur Begrenzung von Störfallauswirkungen und zur eigenen Sicherheit zu verhalten hat. Dies gilt für das gesamte Personal im Betriebsbereich, d. h. auch für Beschäftigte in nicht sicherheitsrelevanten Teilen des Betriebsbereichs.

Es sind Schulungen zur Vermittlung dieser Anweisungen als auch Übungen (gemäß § 10 Absatz 3 und Absatz 4 der Störfall-Verordnung), z. B. zur Evakuierung von Teilen eines Betriebsbereichs, mindestens alle drei Jahre durchzuführen. Dabei sind die Organisation, die Vorbereitung sowie die Abläufe zur Umsetzung von Maßnahmen zu prüfen und Anweisungen sowie Schulungen gegebenenfalls zu verbessern.

18.3 Beratung von zuständigen Behörden und Einsatzkräften im Störfall

Nach § 5 Absatz 2 der Störfall-Verordnung hat der Betreiber einer Anlage zur Erfüllung seiner Pflichten im Störfall die für die Gefahrenabwehr zuständigen Behörden und Einsatzkräfte unverzüglich, umfassend und sachkundig zu beraten. Auf Anhang I Nummer 2.3 der Vollzugshilfe des BMU wird hingewiesen.

Unverzögliche Beratung setzt voraus, dass der Betreiber oder die hierfür verantwortliche Person für Behörden und Einsatzkräfte nach Eintritt des Störfalls ohne schuldhaftes Verzögern erreichbar ist.

Umfassende Beratung setzt voraus, dass der Betreiber oder die hierfür verantwortliche Person den Behörden und Einsatzkräften alle zur Minderung von Störfallauswirkungen erforderlichen Angaben übermitteln kann, insbesondere:

1. Informationen zum Betriebsbereich, einschließlich zu dessen Anlagen, den vorhandenen Stoffen, ihren Eigenschaften und Wirkungen auf Menschen und die Umwelt,
2. Informationen zum Störfall, insbesondere zu dessen möglichen Auswirkungen,
3. Informationen zum erforderlichen Verhalten von Personen innerhalb und außerhalb des Betriebsbereichs während und nach dem Störfall, insbesondere Informationen, die es der eventuell betroffenen Öffentlichkeit ermöglichen könnten, Maßnahmen zur Abwendung oder Begrenzung von Schäden infolge des Störfalls zu ergreifen,
4. Informationen über Möglichkeiten der Minderung von Ausbreitung und Wirkung der beteiligten Stoffe,
5. Informationen über Möglichkeiten zur Feststellung von Gefahren durch die beteiligten Stoffe.

Sachkundige Beratung setzt voraus, dass die gegebenen Informationen dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand entsprechen.

Im Falle von umgebungsbedingten Gefahrenquellen ist diese Beratung nicht nur gegenüber den für den Vollzug der Störfall-Verordnung verantwortlichen Behörden zu leisten, sondern gegenüber allen für die Verhinderung des Wirksamwerdens der Gefahrenquellen oder Begrenzung ihrer Folgen verantwortlichen oder tätigen Behörden und Einsatzkräften.



18.4 Verzeichnis von Betriebsbereichen (§ 17 Absatz 1 Nummer 5 der Störfall-Verordnung)

Gemäß § 17 der Störfall-Verordnung müssen die zuständigen Behörden Überwachungspläne erstellen; nach Absatz 1 Nummer 5 muss dafür ein Verzeichnis der Betriebsbereiche, in denen sich durch besondere umgebungsbedingte Gefahrenquellen die Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Störfalls erhöhen oder die Auswirkungen eines solchen Störfalls verschlimmern können, erstellt werden.

Hierbei sind insbesondere natürliche umgebungsbedingte Gefahrenquellen zu berücksichtigen.

Abkürzungen

AGAP	Alarm- und Gefahrenabwehrplan (insbesondere gemäß § 10 der Störfall-Verordnung)
BAGAP	Betrieblicher Alarm- und Gefahrenabwehrplan
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz
12. BImSchV	Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Störfall-Verordnung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMUV	ab Dezember 2021: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
CC 1 bis CC 3	Klasse für Schadensfolgen (eines Tragwerksversagens) nach DIN EN 1990:2021-10 Anhang B (siehe Tabelle 3)
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
d. h.	das heißt
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DIN EN	Auf einer Europäischen Norm basierende DIN-Norm
DIN EN/NA	Nationaler Anhang zu einer DIN-EN-Norm
DWD	Deutscher Wetterdienst
DSL	Überwachungsmaßnahmen bei der Planung (von Tragwerken) nach DIN EN 1990/NA DSL 2: Verstärkte Überwachung: Prüfung durch eine von der Planungsstelle organisatorisch unabhängige Prüfstelle, durch einen Prüfsachverständigen oder einen Prüfingenieur für Bautechnik (Fremdüberwachung) DSL 3: Bauaufsichtliche Überwachung: Prüfung durch die Bauaufsicht oder durch einen Prüfsachverständigen für Bautechnik als hoheitlich beliehener Unternehmer
F0, F1, F2, F3, F4, F5	Stufe eines Tornados gemäß der Fujita-Skala
GZM	Größte zusammenhängende Menge (vgl.: Abschlussbericht Schadensbegrenzung bei Dennoch-Störfällen – Empfehlungen für Kriterien zur Abgrenzung von Dennoch-Störfällen und für Vorkehrungen zur Begrenzung ihrer Auswirkungen, Störfall-Kommission SFK-GS-26 (Archiv), Bonn 1999)
IL	Überwachungsstufen für die Herstellung und Nutzung nach DIN EN 1990/NA IL 2: Verstärkte Überwachung: Überwachung der Herstellung durch unabhängige Drittstelle, durch einen Prüfsachverständigen oder einen Prüfingenieur für Bautechnik (Fremdüberwachung) IL 3: Verstärkte und Wiederholende Überwachung: Überwachung der Herstellung und Überwachung während der Nutzung durch die Bauaufsicht oder durch einen Prüfsachverständigen für Bautechnik als hoheitlich beliehener Unternehmer
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen)
KAS	Kommission für Anlagensicherheit
KAS-1	„Richtwerte für sicherheitsrelevante Anlagenteile (SRA) und sicherheitsrelevante Teile eines Betriebsbereiches (SRB)“, Kommission für Anlagensicherheit, Bonn 2017
K _{FI}	Beiwert für Einwirkungen zur Differenzierung der Zuverlässigkeit von Tragwerken gemäß DIN EN 1990:2021-10 Anhang B
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
kN/m ³	Kilonewton pro Kubikmeter
m/s	Meter pro Sekunde
MSR-Einrichtungen	Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen
RC 1 bis 3	Zuverlässigkeitsklasse für Tragwerke nach DIN EN 1990:2021-10 Anhang B entsprechend der Schadensfolgeklasse CC (siehe Tabelle 3)



SRA	Sicherheitsrelevante Anlagenteile (vgl. KAS-1: Abschlussbericht – Arbeitskreis „Richtwerte für sicherheitsrelevante Anlagenteile (SRA) und sicherheitsrelevante Teile eines Betriebsbereiches (SRB)“, KAS, Bonn 2017)
SRB	Sicherheitsrelevante Teile eines Betriebsbereiches (vgl. KAS-1)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
TRAS	Technische Regel für Anlagensicherheit
UBA	Umweltbundesamt
v_{\max}	Maximale Geschwindigkeit
vgl.	vergleiche
