

Schutz vor Sturm



Zusammenfassung

In der vorliegenden Publikation zur Schadenverhütung sind typische Schadenbeispiele und konkrete Empfehlungen zum Schutz vor Sturm für Industrie- und Gewerbeunternehmen systematisch aufbereitet. Sie basieren auf der Analyse der Risikomerkmale und -potenziale und sind zudem jeweils den folgenden Phasen zugeordnet:

- vor einem Sturm
- wenn sich ein Sturm angekündigt
- nach einem Sturm

Als Orientierungshilfe für die Praxis sind darüber hinaus im Anhang jeweils ein Muster-Notfallplan und ein Muster-Wartungsvertrag aufgeführt.

Der vorliegende Leitfaden ergänzt den GDV-Flyer „Stürmische Zeiten – Schäden vorbeugen und richtig versichern“ (<http://www.gdv.de/2008/11/stuermische-zeiten-schaeden-vorbeugen-und-richtig-versichern/>), der sich an Hausbesitzer und Verbraucher richtet.

Summary

In the present publication on loss prevention, typical examples of storm damage and concrete recommendations for protection against storms are systematically presented for industrial and commercial companies. They are based on the analysis of risk characteristics and potentials and are also associated with each of the following phases:

- before a storm
- when a storm is announced
- after a storm

To provide additional guidance for the practice, examples of an emergency plan and a maintenance contract are given in the Annex.

This present guide also complements the GDV leaflet "Stürmische Zeiten – Schäden vorbeugen und richtig versichern" (<http://www.gdv.de/2008/11/stuermische-zeiten-schaeden-vorbeugen-und-richtig-versichern/>, only available in German) which is aimed at homeowners and consumers.

Die vorliegende Publikation ist unverbindlich. Die Versicherer können im Einzelfall auch andere Sicherheitsvorkehrungen oder Installations- oder Wartungsunternehmen zu nach eigenem Ermessen festgelegten Konditionen akzeptieren, die diesen technischen Spezifikationen oder Richtlinien nicht entsprechen.

Schutz vor Sturm

Inhalt

Zusammenfassung	2
Summary	2
1 Vorbemerkungen	4
2 Anwendungsbereich	4
3 Begriffsdefinition	4
4 Verantwortung	5
5 Risikopotenzial und -merkmale	5
5.1 Sturmgefahren und Schäden	5
5.2 Sturmgefahren	6
5.3 Schadenanfälligkeit	7
5.4 Standort- und gebäudespezifische Risikomerkmale	7
5.4.1 Windlasten	7
5.4.2 Besonders sturmgefährdete Gebäude	7
5.4.3 Besonders sturmgefährdete Bauwerksteile	8
6 Schadenbeispiele	9
6.1 Dächer	9
6.1.1 Beispiel 1: Dacheindeckung mit nachträglichen baulichen Änderungen	9
6.1.2 Beispiel 2: Dachflächen mit Lichtkuppeln	11
6.2 Fassaden	12
6.2.1 Fassadensystem	12
6.2.2 Tore	13
6.3 Sonstige Anlagen	14
6.3.1 Werbetafel	14
6.3.2 Biogasanlage	15
7 Schutzmaßnahmen	16
7.1 Vor einem Sturm	16
7.2 Wenn sich ein Sturm angekündigt	19
7.3 Nach einem Sturm	20
8 Literatur	20
8.1 Gesetze und Verordnungen	20
8.2 Technische Regeln	20
8.3 Publikationen der deutschen Versicherer zur Schadenverhütung	20
8.4 Weiterführende Literatur	21
9 Anhang	22
9.1 Muster-Notfallplan (Wer macht was, wann ,wo und wie?)	22
9.2 Muster-Wartungsvertrag	28
9.3 Windlastzonen	28

1 Vorbemerkungen

Bei einem Sturm können Luftbewegungen, die aufgrund ihrer sehr hohen Geschwindigkeit enorme Energie mit sich führen, erhebliche Schäden an baulichen Anlagen in ihrem Strömungsfeld verursachen. Mit Hilfe von baulichen und organisatorischen Maßnahmen können Sturmschäden erfahrungsgemäß wirksam begrenzt und minimiert werden. Jeder soll daher Schutzmaßnahmen gegen Sturmschäden für seine Gebäude nach technischen und finanziellen Möglichkeiten ergreifen.

Im vorliegenden Leitfaden werden die Gefahren von Sturmschäden an baulichen Anlagen für Industrie und Gewerbe beschrieben und Schutzmaßnahmen aus Sicht der Sachversicherer als Anleitung und Anregung für die Praxis empfohlen. Dieser Leitfaden wurde im Einvernehmen erstellt mit:

- dem Internationalen Verband für den Metallleichtbau e. V. (IFBS)
- dem Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e. V. (ZVDH) – Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik e. V.

Dieser Leitfaden basiert auf den heutigen Erkenntnissen der Bautechnik und wird überarbeitet, falls sich grundsätzliche Änderungen in der Bautechnik ergeben.

Schadenverhütungsmaßnahmen, die von Baubehörden, Gewerbeaufsichtsämtern und Berufsgenossenschaften gefordert werden, bleiben von diesem Leitfaden unberührt.

2 Anwendungsbereich

Die in diesem Leitfaden enthaltenen Hinweise gelten grundsätzlich für die Planung, Errichtung und den Betrieb neu zu errichtender Gebäude unter Berücksichtigung objektspezifischer Schutzerfordernisse. Bestehende Betriebe sollen ihre Schutzmaßnahmen gegen Sturmschäden im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten diesem Leitfaden anpassen.

3 Begriffsdefinition

Sturm: Versicherungstechnisch wird als Sturm eine wetterbedingte Luftbewegung definiert, deren Stärke mindestens Windstärke 8 nach Beaufort erreicht (vgl. Tabelle 1).

Windstärke in Bft	Windgeschwindigkeit		Bezeichnung
	m/s	km/h	
0	0–0,2	< 1	Windstille
1	0,3–1,5	1–5	leiser Zug
2	1,6–3,3	6–11	leichter Wind
3	3,4–5,4	12–19	schwacher Wind
4	5,5–7,9	20–28	mäßiger Wind
5	8,0–10,7	29–38	frischer Wind
6	10,8–13,8	39–49	starker Wind
7	13,9–17,1	50–61	steifer Wind
8	17,2–20,7	62–74	stürmischer Wind
9	20,8–24,4	75–88	Sturm
10	24,5–28,4	89–102	schwerer Sturm
11	28,5–32,6	103–117	orkanartiger Sturm
12	≥ 32,7	≥ 118	Orkan

Tabelle 1: Beaufort-Skala (Bft) und Windgeschwindigkeiten (Quelle: DWD)

Tornado: Tornados (über Land) bzw. Wasserhosen (über Wasser) sind Luftwirbel mit einer vertikalen Achse, die von einer Gewitterwolke bis zum Erdboden reichen. Synonyme für Tornado sind Trombe und Windhose. Mit der Fujita-Skala können Tornados klassifiziert werden (s. Tabelle 2).

Stufe	Windgeschwindigkeit	
	m/s	km/h
F0	< 32	64–116
F1	32–50	117–180
F2	51–70	181–253
F3	71–92	254–332
F4	93–116	333–418
F5	117–142	419–512

Tabelle 2: Fujita-Skala und Windgeschwindigkeiten (Quelle: DWD)

4 Verantwortung

Nach den Bauordnungen der Bundesländer (Landesbauordnung – LBO) sind bauliche Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.

Gemäß der LBO sind alle der am Bau Beteiligten in ihrem jeweiligen Wirkungsbereich für die erforderliche Sicherheit verantwortlich, u. a. Bauherr, Betreiber baulicher Anlagen, Hersteller, Planer, Errichter, Prüfer, Bauleiter. Ausgehend von diesen gesetzlich zugeordneten Verantwortungen soll die Sicherheit durch die umfassende Qualitätssicherung erreicht werden, angefangen von verwendeten Produkten über die Planung und Ausführung bis hin zum Betrieb einschließlich der Instandhaltung.

Gemäß den Allgemeinen Bedingungen für die Sturmversicherung (AstB 2010) ist jeder Versicherungsnehmer verpflichtet, alle gesetzlichen, behördlichen sowie vertraglich vereinbarten Sicherheitsvorschriften einzuhalten.

Diese Verantwortungen gelten auch bei baulichen Änderungen, die ggf. nicht genehmigungspflichtig sind, z. B.:

- Umbaumaßnahmen einschließlich der Gerüstarbeiten
- Installation von Solarmodulen auf Dächern bzw. an Fassaden
- Installation von zusätzlichen Dachaufbauten, z. B. Sendemasten
- Änderungen der Dacheindeckungen, z. B. Dachziegel, Dachbahnen, Metalleindeckung

Hierfür soll nach DIN EN 1991-1-4 die Statik stets überprüft und nachgewiesen werden.

5 Risikopotenzial und -merkmale

Die Kenntnis über Risikomerkmale und Schadenpotenzial bilden die notwendigen Voraussetzungen zur wirksamen Schadenverhütung.

5.1 Sturmgefahren und Schäden

Sturm und Hagel gehören zu den schadenträchtigsten Naturgefahren. Sie machen etwa 50 % der versicherten Naturgefahrenschäden aus. In Deutschland und Mitteleuropa verursachen vor allem Winterstürme und lokale Unwetter (Sommergewitter mit Hagel, Tornados) hohe Schäden.

Winterstürme entstehen überwiegend vom Spätherbst (Oktober) bis in den Frühling (April). Ein einziges Wintersturmereignis kann Europa vom Norden Großbritanniens bis südlich der Alpen und vom Atlantik bis tief hinein in die Länder Osteuropas erfassen. Wegen der großen räumlichen Ausdehnung dieses Sturmtyps sind Millionen von Einzelschäden und Schäden im ein- bis zweistelligen Milliarden-Euro-Bereich möglich.

Lokale Unwetter entstehen dagegen ganzjährig, am häufigsten jedoch im Sommer. Obwohl sie räumlich begrenzt auftreten, können auch diese Ereignisse aufgrund der mit ihnen einhergehenden Wetterphänomene (Sturm, Blitzschlag, Starkniederschläge, Hagel, Fallböen und Tornados) zu massiven Schäden führen.

Winterstürme

Winterstürme sind keine neuen Phänomene der letzten Jahre, wie der Niedersachsen-Orkan (13.11.1972), die Sturmserie Daria (25.–26.01.1990) und der Wintersturm Wiebke (28.02.–01.03.1990) zeigen. Die versicherten Schäden aus Wiebke beliefen sich auf umgerechnet 500 Millionen Euro und aus dem Wintersturm Lothar (26.12.1999) auf umgerechnet 650 Millionen Euro. Der versicherte Schaden des Wintersturms Kyrill (18.–20.01.2007) wurde mit 2,1 Milliarden Euro durch die deutschen Sachversicherer entschädigt, bei einem volkswirtschaftlichen Schaden von über 4 Milliarden Euro.

Hagel

Hagel ist eine für die Versicherungswirtschaft bedeutende Begleiterscheinung großer Gewitter. Als Hagel bezeichnet man gefrorenen Niederschlag ab einer Korngröße von 5 mm, darunter wird er als Graupel bezeichnet. Die Aufschlaggeschwindigkeit von Hagelkörnern steigt in etwa mit der Quadratwurzel ihrer Durchmesser an: Bei einem 1-cm-Korn liegt sie bei etwa 50 km/h, beim 5-cm-Korn bereits bei 100 km/h. Wird Hagel von Sturmböen begleitet, können sich die vertikale und insbesondere auch die horizontale Geschwindigkeit der Körner erhöhen. In Folge können Schäden auch an senkrechten Flächen (Fassaden, Wände, Fenster) deutlich zunehmen.

Beispielsweise beliefen sich die versicherten Schäden aus dem Münchener Hagel am 12.07.1984 auf umgerechnet rund 750 Millionen Euro (Gesamtschaden umgerechnet rund 1,5 Milliarden Euro), aus dem Hagel/Sturm in Baden-Württemberg (Villingen-Schwenningen) am 28.–29.06.2006 auf 230 Millionen Euro oder aus dem Hagel am 22.06.2008 in Niedersachsen (Emden) auf 100 Millionen Euro.

Die Hagelstürme von Sommer bis Frühherbst 2013 haben in Deutschland insgesamt ca. 3 Milliarden Euro versicherte Schäden verursacht.

Tornados

Der Durchmesser eines Tornados kann am Boden von wenigen Zehnermetern bis zu mehreren hundert Metern reichen. Weltweit werden Tornados in der Regel nach der 6-stufigen Fujita-Skala (F0 bis maximal F5) klassifiziert, die über die maximal erreichten Windgeschwindigkeiten definiert ist. Da meist keine Messstation in der Zugbahn liegt (bzw. nicht unbeschädigt bleibt), wird die Intensitätskategorie eines Tornados ggf. aus dem Schadenausmaß abgeleitet. Schäden bei Tornados werden vor allem durch den enormen Winddruck und umherfliegende Trümmerteile verursacht. In Deutschland liegt die Zahl der jährlich beobachteten Tornados bei mehreren Dutzend mit einer hohen Dunkelziffer vor allem schwächerer Ereignisse. Der F4-Tornado von Pforzheim am 10.07.1968 ist wohl der schlimmste, der in den vergangenen Jahrzehnten in Deutschland gewütet hat. Die Zugbahn war 30 Kilometer lang, und es entstanden Schäden in Höhe von umgerechnet etwa 67 Millionen Euro. Zwei Menschen kamen ums Leben, mehr als 200 wurden zum Teil schwer verletzt, und allein in Pforzheim wurden mehr als 2.000 Häuser erheblich beschädigt.

5.2 Sturmgefahren

Die Zeitreihe der auftretenden Sturmereignisse ist durch extreme Schwankungen geprägt.

Auffällig ist, dass der durch Wintersturm und Hagel verursachte Schadenaufwand in den vergangenen Jahren steigt. Vor allem Extremereignisse wie das Tief Frank (11.09.2011) mit bis zu 8 Zentimeter großen Hagelkörnern oder Wintersturm Xynthia (26.–28.02.2010) mit 447.000 gemeldeten Versicherungsschäden tragen zu dieser Entwicklung bei. Während Stürme meist großflächig auftreten, sind von Hagelereignissen in der Regel eher kleinräumige Flächen betroffen. Bei beiden Wetterextremen können die Schäden jedoch erheblich sein.

Die Abbildung 1 vergleicht die Verteilung der Schäden durch Wintersturm und lokale Unwetter. Rund 60 % der volkswirtschaftlichen Gesamtschäden und der versicherten Schäden entstehen durch Winterstürme. Die verbleibenden rund 40 % der Schäden sind auf lokale Unwetter zurück zu führen.

Obwohl der Schadenaufwand bei einzelnen Naturkatastrophen sehr hoch ist, gehen die deutschen Versicherer davon aus, dass es in der jüngeren Vergangenheit noch keinen sogenannten Jahrhundertsturm (Wiederkehrperiode 100 Jahre) gab. Der

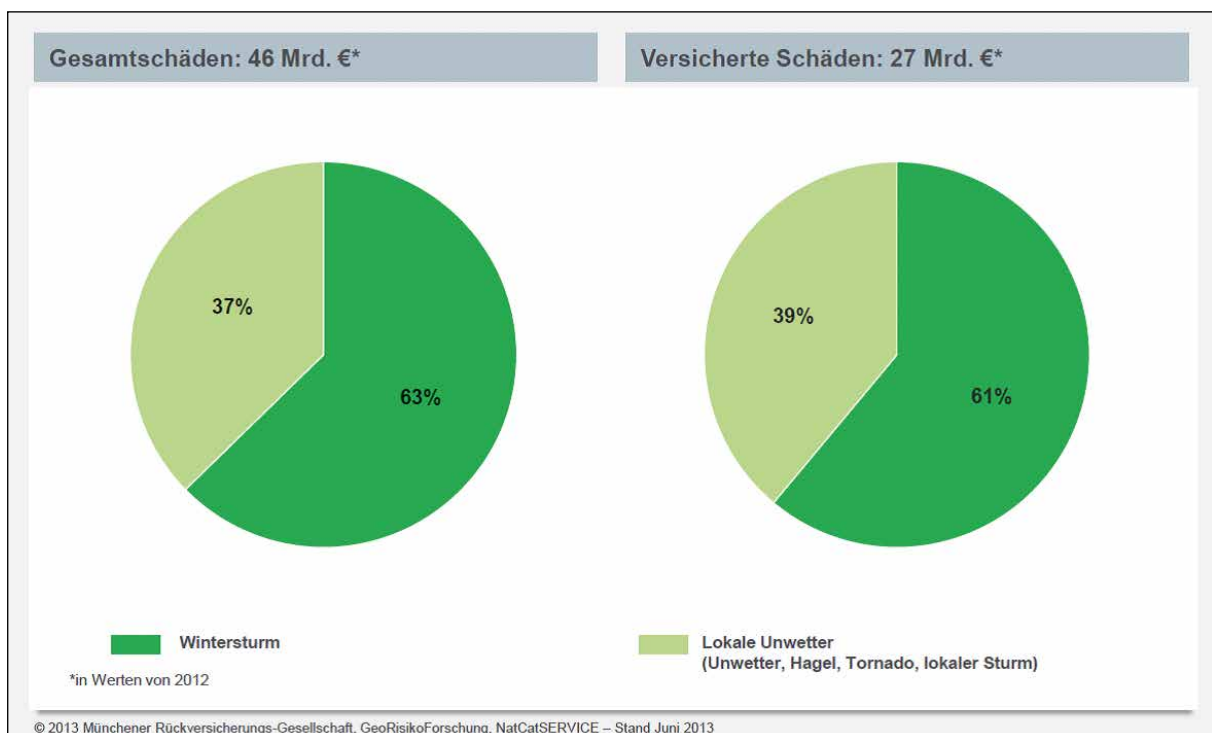


Abb. 1: Naturkatastrophen in Deutschland 1980–2012: Prozentuale Verteilung der Gesamt- und versicherten Schäden für Wintersturm und lokale Unwetter (Quelle: Munich Re)

Schadenaufwand eines solchen Ereignisses könnte die in den vergangenen Jahren dokumentierten Stürme bei weitem übertreffen. Selbst bei einem starken Sturm wie Kyrill wird die Wiederkehrperiode des Schadenaufwands auf 25 Jahre geschätzt.

Die umfangreichen Klimamodellierungen im Rahmen der wissenschaftlichen Studien des GDV zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Versicherungswirtschaft zeigen, dass im Sommer mehr Schäden erwartet, Winterstürme und extreme Unwetter heftiger und somit Schäden durch Sturm und Hagel voraussichtlich insgesamt deutlich zunehmen werden (siehe GDV-Publikation „Herausforderung Klimawandel“, 2011).

Diese Entwicklungen machen es notwendig, die Risikosituation durch sturmbedingte Gefahren neu zu analysieren, etwa im Hinblick auf die Wintersturmgefährdung, die ansteigen wird. Nicht zu unterschätzen sind aber auch lokale Ereignisse wie Hagel oder Tornados.

Deutlich größere Schäden an Gebäuden als heute werden künftig die Folge sein. Eine steigende Versicherungsdichte, zunehmende versicherte Werte und auch eine erhöhte Schadenanfälligkeit tragen dazu bei.

5.3 Schadenanfälligkeit

Aufgrund der in Deutschland vorherrschenden Massivbauweise sind strukturelle Schäden an Gebäuden auch bei enormen Windgeschwindigkeiten die Ausnahme. Gleiches gilt für die Auswirkungen von Blitz- und Hagelschäden. Es dominieren überwiegend Schäden an den Gebäudehüllen, also den Dächern, Fassaden einschließlich Fenstern und peripheren Installationen.

Die Schadenanfälligkeit versicherter Objekte gegenüber Sturm- und Unwetterereignissen ist keine feste Größe, sondern kann sich im Laufe der Zeit erheblich verändern und zu Anpassungsbedarf bei der Risikoeinschätzung führen. Dafür gibt es u. a. folgende Gründe:

- bauliche Merkmale und Veränderungen (Anbauten, Detailausführung und Wartungszustand von Dächern und Fenstern)
- neue Produkte und Materialien
- Art, Alter, Höhe und Zustand des Baumbestands in der Umgebung von Gebäuden

Der Schadenverhütung kommt bei der Vermeidung und Begrenzung von Schäden grundsätzlich eine verstärkte Bedeutung zu.

5.4 Standort- und gebäudespezifische Risikomerkmale

Die Stärke der Windkräfte, die auf Gebäude oder Teile von Bauwerken einwirken kann, ist im Wesentlichen von der Intensität der Luftströmung, den örtlichen topografischen Verhältnissen sowie der Umgebungsbebauung abhängig.

5.4.1 Windlasten

Aufgrund vielfältiger Umströmungs- und Druckeffekte setzt die Bemessung von Bauwerken für Windlast eine langjährige Berufspraxis sowohl der verantwortlichen Ingenieure und Architekten als auch der ausführenden Bauhandwerker voraus. Die DIN EN 1991-1-4 gibt für die Bauwerke, die nach dieser Norm nicht schwingungsanfällig sind¹, vereinfachte Lastannahmen und Rechenverfahren vor, um den komplexen Lastfall Wind für die tägliche Arbeit des Konstrukteurs handhabbar zu machen.

5.4.2 Besonders sturmgefährdete Gebäude

Vor allem Gebäude, die in exponierter Lage errichtet werden, sind außergewöhnlichen Windbelastungen ausgesetzt. Besonders exponiert sind Höhenlagen (Anhöhen, Bergkuppen), Hanglagen und Lagen an der See oder auf freien Flächen. Eine Bauwerkslage quer zu einer möglichen Windschneise ist ebenfalls ungünstig.

Besonders sturmgefährdet sind auch:

- alle einzeln stehenden Gebäude
- Einzelbauten, die aus der geschlossenen Bebauung herausragen (z. B. Hochregallager)
- Einzelbauten mit größerer Ausdehnung bzw. großer Dachfläche (z. B. Messehallen), die in gelockerter Bauweise stehen
- Gebäude mit unregelmäßigen Formen, z. B. stark strukturierten Außenwand- oder Dachflächen, und Gebäude mit kritischen Formen, die Strömungseffekte verursachen, aus denen dynamische Zusatzbeanspruchungen resultieren
- Gebäude mit ungünstigen Bau- und Betriebszuständen, z. B. offene Gebäudetore

¹ Als nicht schwingungsanfällig nach dem nationalen Anhang C der DIN EN 1991-1-4 gelten Bauwerke, bei denen die Verformungen unter der dynamischen Wirkung der Windkräfte die Verformungen aus statisch wirkender Windlast um nicht mehr als 10 % überschreiten.



Abb. 2: Ein allein stehendes Gebäude nach einem Sturm



Abb. 3: Photovoltaik-Module, die beim Sturm Kyrill aufgrund der unzureichenden Befestigung beschädigt wurden (Quelle: Mannheimer Versicherung)



Abb. 4: Gerüste nach einem Wintersturm

5.4.3 Besonders sturmgefährdete Bauwerksteile

Von außergewöhnlichen Windbelastungen sind in besonderem Maße Bauelemente und Bauteile betroffen, die auf dem Dach oder an der Fassade angebracht sind.

Dächer

Die verschiedenen Formen von Dächern mit unterschiedlichen Dachneigungen, -konstruktionen, -eindeckungen und -abdichtungen, das Eigengewicht der Baukonstruktion sowie deren Befestigung bestimmen wesentlich die Sturmanfälligkeit der Dächer. Diese Merkmale müssen bei der Planung und Ausführung nach anerkannten Regeln der Bautechnik berücksichtigt werden.

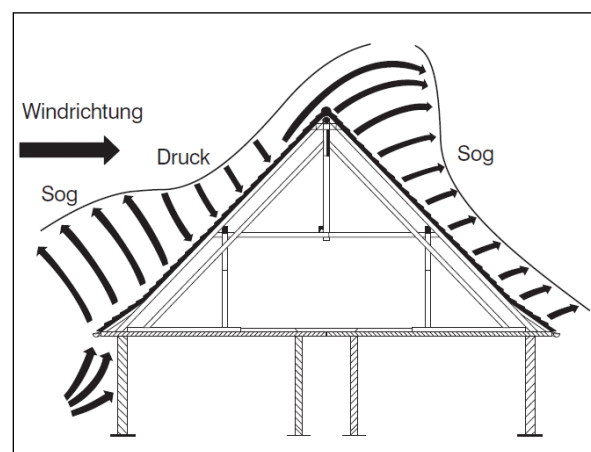


Abb. 5: Druck und -Sogkräfte an Steildächern

Erfahrungsgemäß können Sheddächer weitgehend als unkritisch angesehen werden. Je nach Angriffsrichtung des Winds können allerdings auch beim Sheddach, bedingt durch dessen spezielle Form, an den verschiedenen Anschlüssen der Dachrandbereiche erhöhte Sogkräfte auftreten.

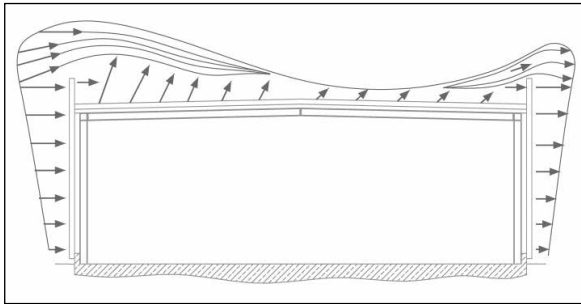


Abb. 6: Druck- und Sogkräfte an Flachdächern (Quelle: IFBS)

Bei Flachdächern treten besonders im Rand- und Eckbereich hohe Windsogkräfte auf. Diese müssen deshalb zusätzlich gegen Windsog gesichert werden. Mit maximalen Windsogkräften auf Flachdächern ist vor allem dann zu rechnen, wenn die Dachfläche über Eck angeströmt wird. Dabei ist keine oder eine nur geringe Attika ungünstiger, als wenn der Flachdachrand mit hoher Aufkantung versehen ist (siehe Fachregeln für Dächer mit Abdichtungen – Flachdachrichtlinien vom Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – ZVDH).

Neben den Windbelastungen auf der Dachoberseite, die denen des Warm- und Umkehrdachs² entsprechen, bestehen bei Kaltdächern zudem Windeinwirkungen durch die Zuluftöffnungen des Luftzwischenraums.

Außerdem bietet der Dachüberstand, der wegen der Lüftungsöffnungen erforderlich ist, ein weiteres Angriffsziel für den auf die Fassade einwirkenden Staudruck.

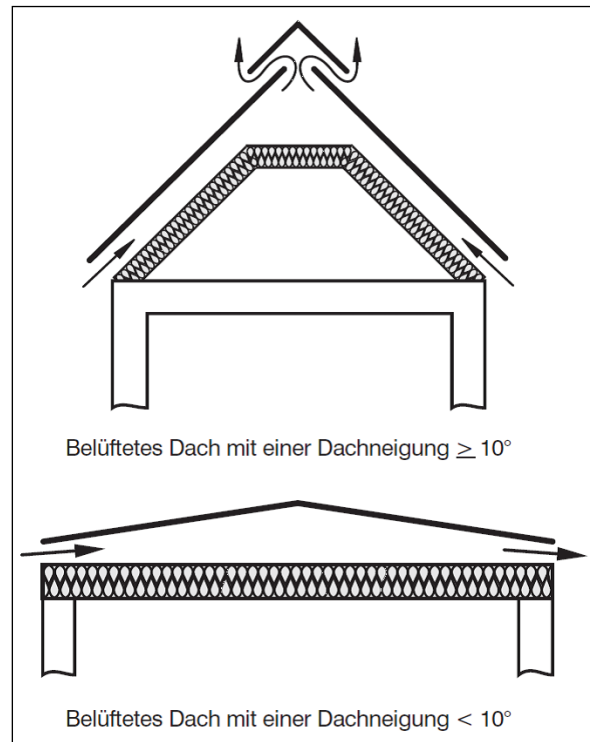


Abb. 7: Windeinwirkungen auf Kaltdächer

6 Schadenbeispiele

Nachfolgend sind einige Schadenbeispiele aufgeführt, die im Allgemeinen auf Fehler und Mängel bei der Planung, Ausführung und/oder Instandhaltung zurückzuführen sind. Die Beispiele sind wie folgt strukturiert:

- Standortbeschreibung
- Objektbeschreibung
- Kurzbeschreibung des Schadenereignisses
- Sofortmaßnahmen zur Schadenminderung
- Fazit (besondere Erkenntnisse aus dem Schaden)

6.1 Dächer

6.1.1 Beispiel 1: Dacheindeckung mit nachträglichen baulichen Änderungen

Standortbeschreibung

Der Schadenort liegt auf etwa 90 m ü. NN in der Windzone 1 gemäß dem nationalen Anhang A der DIN EN 1991-1-4 (siehe auch Abs. 9.3).

Objekt

Bei dem betroffenen Gebäude handelt es sich um eine ältere Lagerhalle mit Büro und Werkstatt/Fertigung. Die Halle hat eine Fläche von ca. 1.200 m², sie ist zweigeschossig und mit einem flach ge-

- 2 Ein Warm- bzw. Umkehrdach als ein nicht belüftetes Flachdach besteht aus einer Dachschaale mit direkt aufeinander liegenden Schichten.

Ein Kaltdach besteht als ein belüftetes zweischaliges Flachdach aus:

- der als Witterungsschutz dienenden oberen Dachschaale mit Dachhaut
- der unteren Dachschaale mit Wärmedämmung
- dem zwischen den beiden Schalen angeordneten Hohlraum mit ausreichenden Be- und Entlüftungsöffnungen zur Abführung der Bau- und Nutzungsfeuchte

neigten Satteldach ausgeführt. Die Firsthöhe des Gebäudes beträgt 7,50 m.

Die Halle wurde in Stahlskelettbauweise errichtet. Die Dacheindeckung wurde in späteren Jahren nach der Errichtung um eine Wärmedämmung (40 mm) einschließlich Abdichtung ergänzt.

Schadenereignis

Im März 2008 wurde der Standort vom Orkantief Emma mit schweren Sturmböen betroffen. Durch die Sturmwindwirkung wurde das Dach in der gesamten Fläche beschädigt. Etwa ein Viertel der Dachfläche wurde durch den Sturm hochgehoben und auf die restliche Fläche umgeschlagen. Zudem hat der Sturm über die geöffnete Dachfläche einen Staudruck innerhalb des Gebäudes verursacht, sodass die Befestigungen der liegengebliebenen Sandwichelemente ebenfalls beschädigt wurden. Über die geöffneten Dachflächenbereiche konnte Niederschlagswasser eindringen und partiell Durchnässungsschäden verursachen.



Abb. 8: Lagerhalle mit dem beschädigten Dach (Quelle: HGI)

Grund dafür, dass der Sturm die Dacheindeckung abreißen konnte, war die unzureichende Ausführung der Befestigung.



Abb. 9: Das abgehobene Dach (Quelle: HGI)



Abb. 10: Aufbau der abgehobenen Dachhaut und -konstruktion (Quelle: HGI)



Abb. 11: Eine beschädigte Dachöffnung (Quelle: HGI)

Schadenbedingt musste die gesamte Dacheindeckung bis auf die Stahlkonstruktion abgebrochen und neu erstellt werden.

Maßnahmen nach dem Schaden

Zur Schadenminderung wurde noch am Schadentag mittels Kran ein Teil der umgeschlagenen Dachfläche wieder zurückgeschlagen und so ein weiteres Eindringen von Niederschlagswasser verringert.

Für die Reparaturen zur Sturmschadenbeseitigung an Gebäude und Betriebseinrichtungen entstanden Kosten in Höhe von ca. 170.000 Euro.

Fazit

Bei der Planung und Ausführung baulicher Änderungen an Gebäudehüllen, z. B. der Dachkonstruktion, sind zur Vermeidung von Sturmschäden anerkannte Regeln der Bautechnik einzuhalten.

6.1.2 Beispiel 2: Dachflächen mit Lichtkuppeln

Standortbeschreibung

Der Schadenort liegt auf etwa 50 m ü. NN in der Windzone 3 gemäß dem nationalen Anhang A der DIN EN 1991-1-4 (siehe auch Abs. 9.3).

Objekt

Die vom Schaden betroffenen eingeschossigen, aneinandergebauten Lagerhallen sind etwa 30 Jahre alt.

Die Halle 1 hat eine Fläche von ca. 1.200 m², die Halle 2 von ca. 850 m² sowie die Halle 3 von ca. 550 m². Die Tragwerke der flach geneigten Satteldächer sind als Stahlkonstruktion errichtet. Auf Stahlprofiltafeln als Dachschalung ist eine ca. 6 cm dicke Wärmedämmung mit einer zweilagigen Abdichtung aufgebracht.



Abb. 12: Abgehobene Dachschichten der Halle 3 (Quelle: HGI)

Schadenbeschreibung

Im Januar 2012 zog das Orkantief Andrea mit heftigen Orkanböen über Teile Deutschlands hinweg. Infolge des Sturms wurden die Dächer der Hallen auf einer Fläche von ca. 740 m² beschädigt. Sämtliche Attikableche, Dacheinläufe und Dachrinnen mit Rinneneisen im Bereich der beschädigten Dachfläche wurden ebenfalls abgerissen. Dachteile und Wärmedämmung wurden auf angrenzende Dächer und ins weitere Umfeld geschleudert. Acht Lichtkuppeln wurden komplett herausgerissen, weitere acht Lichtkuppeln wurden durch die umgeklappte Dachfläche und umherfliegende Trümmer zerstört. Im Bereich der Dachkante wurden die Abdeckung abgerissen und die darunter liegenden Fassadenverkleidungen eingedrückt.

Eine RWA-Kuppel wurde im Bereich der Zuhaltung und des Scharniers beschädigt.



Abb. 13: Abgehobene Dachschichten der Halle 1 mit beschädigten Lichtkuppeln (Quelle: HGI)



Abb. 14: Abgehobene Dachschichten der Halle 2 (Mitte) und 3 (hinten) mit beschädigten Lichtkuppeln (Quelle: HGI)

Maßnahmen nach dem Schaden

Der gesamte Sachschaden betrug ca. 125.000 Euro. Davon entfielen etwa 35.000 Euro auf die Wiederherstellung der Oberlichter.

Zur Schadenminderung und -beseitigung wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Notabdichtung des Dachs
- Umlagerung des Rohmaterials intern
- Anmietung einer externen Halle für die Fertigung inklusive zugehöriger Logistik
- Instandsetzung der beschädigten Dachfläche einschließlich der Lichtkuppeln (inklusive Elektroarbeiten)
- Entsorgung des Bauschutts sowie der Dachabdeckung

Fazit

Mit Maßnahmen zum Notfallmanagement können Schäden, u. a. die Dauer der Betriebsunterbrechung, minimiert werden. Sturmschäden sollen

daher im Notfallplan berücksichtigt werden. Im vorliegenden Fall konnten durch die sofort eingerichtete Notabdichtung u. a. Folgeschäden am Gebäude und an den eingelagerten Vorräten insbesondere durch eindringendes Regenwasser vermieden werden.

6.2 Fassaden

6.2.1 Fassadensystem

Standortbeschreibung

Der Schadenort liegt ca. 50 m ü. NN in der Windzone 1 gemäß dem nationalen Anhang A der DIN EN 1991-1-4 (siehe auch Abs. 9.3).

Objekt

Vom Schaden waren acht-, sechs- und viergeschossige Mehrfamilienhäuser mit insgesamt 298 Wohneinheiten, die 1972 errichtet wurden, betroffen.

Die Außenwände sind aus Mauerwerk errichtet und mit einer Fassadenverkleidung und Wärmedämmung versehen.

Die Befestigung der Fassadenelemente war mit einem zugelassenen System nicht fachgerecht ausgeführt.



Abb. 15: Ansicht der beschädigten Fassade (Quelle: HGI)

Schadenereignis

Im Januar 2007 wurden die Gebäude vom Wintersturm Kyrill getroffen. Durch schwere Orkanböen wurde die Fassadenverkleidung in einigen Bereichen der oberen Stockwerke großflächig abgerissen (Fläche ca. 100 m²). Einige Fassadenelemente stürzten ab bzw. mussten zur Wiederherstellung der Verkehrssicherheit demontiert werden. Weitere Schäden waren an einzelnen Fensterelementen festzustellen.



Abb. 16: Die beschädigte Fassade (Quelle: HGI)

Schadenbedingt mussten die Fassadenverkleidung einschließlich Befestigung und Wärmedämmung instand gesetzt werden. Die Befestigungsmittel waren aus dem Mauerwerk gerissen, die Verbindungen zwischen Befestigungselementen und der Unterkonstruktion war in Teilen gerissen, und teilweise rissen auch Profile von der Unterkonstruktion ab.



Abb. 17: Beispiel herausgerissener Befestigung (Quelle: HGI)

Grund dafür, dass der Sturm die Fassade vom Mauerwerk abreißen konnte, war die unzureichende Befestigung der Unterkonstruktion.



Abb. 18: Beispiel eines herausgerissenen Dübels (Quelle HGI)

Maßnahmen nach dem Schaden

Zur Sicherung der Fassadenverkleidung gegen unkontrolliertes Abstürzen wurden vor den betroffenen Bauteilen Flächengerüste aufgebaut.

Die Unterkonstruktion, Fassadenelemente und Wärmedämmung in den geschädigten Bereichen wurden nach dem aktuellen Stand der Technik erneuert.

Für die Reparaturen zur Sturmschadenbeseitigung am Gebäude entstanden Kosten in Höhe von ca. 95.000 Euro.

Fazit

Bei der Planung und Ausführung von Fassadenverkleidungen sind zur Vermeidung von Sturmschäden anerkannte Regeln der Bautechnik und Angaben der Systemhersteller einzuhalten, z. B. fachgerechte Befestigung der Fassadenkonstruktion. Die Ausführung ist im Zuge der Bauleitung zu überwachen.

6.2.2 Tore

Standortbeschreibung

Der Schadenort liegt auf ca. 200 m ü. NN in der Windzone 1 gemäß dem nationalen Anhang A der DIN EN 1991-1-4 (siehe auch Abs. 9.3).

Objekt

Vom Schaden betroffen waren mehrere eingeschossige Produktionshallen aus den 1930er-Jahren, die in Stahlskelettkonstruktion errichtet und mit großen Roll- und Flügeltoren versehen waren.

Schadenbeschreibung

Im Januar 2007 wurden die Objekte vom Orkan Kyrrill betroffen. Durch die schweren Sturmböen wurden mehrere Tore stark beschädigt oder zerstört; an einigen Hallen wurden die Dächer (420 m²) abgetragen, abgehoben oder abgerissen. An verschiedenen Hallen-Entlüftern wurde die Klappenmechanik abgerissen oder die Klappen wurden verbogen. An mehreren Lichtkuppeln wurde die Verschlussmechanik bzw. eine Lichtkuppel komplett abgerissen. Darüber hinaus kam es zu Fassadenschäden.



Abb. 19: Ein beschädigtes Tor (Quelle: HGI)



Abb. 20: Detailansicht eines beschädigten Tors (Quelle: HGI)

Maßnahmen nach dem Schaden

Zusätzlich zu den Reparaturen an Dachabdichtung, Rauchabzügen, Fassadenverkleidung, Lüftern und Lichtkuppeln mussten insbesondere die beschädigten Roll- und Flügeltore erneuert werden.

Für die Sturmschadenbeseitigung an Gebäuden und Betriebseinrichtungen entstanden Kosten in Höhe von ca. 130.000 Euro. Davon entfielen etwa 41.500 Euro auf die Wiederherstellung der Roll- und Flügeltore.

Fazit

Größere Gebäudeöffnungen und Tore sollten möglichst parallel zur Hauptwindrichtung ausgerichtet werden. Darüber hinaus sollen Gebäudetore grundsätzlich rechtzeitig vor einem Sturmereignis geschlossen werden, um größere Schäden an Gebäude und Gebäudeinhalt zu vermeiden.

6.3 Sonstige Anlagen

6.3.1 Werbetafel

Standort

Der Standort auf ca. 290 m ü. NN liegt in der Windzone 1 gemäß dem nationalen Anhang A der DIN EN 1991-1-4 (Siehe auch Abs. 9.3).



Abb. 21: Werbetafel (Quelle: R+V)

Objekt

Der Werbepylon aus dem Baujahr 2007 besteht aus einem röhrenartigen Fuß mit oben aufgesetzter Werbefläche und Stahl- und Aluminiumtragkonstruktion. Die Größe der rechteckigen Werbefläche beträgt rund 40 m². Die Gesamthöhe des Werbepylons beträgt ca. 30 m.



Abb. 22: Abgerissene Seitenabdeckung der Werbetafel (Quelle: R+V)

Schadenereignis

Beim Wechsel der Lichtquellen von konventioneller auf LED-Technik und einer routinemäßigen Überprüfung sind Schäden an Verkleidungsteilen des Werbepylons aufgefallen. Hier sind Teile des Werbepylons regelrecht abgerissen worden. Dieser Schaden in Höhe von ca. 70.000 Euro entstand bei einem lokalen Unwetter im August 2010. Bei den Untersuchungen wurden Konstruktions-, Bau- und Montagemängel festgestellt.

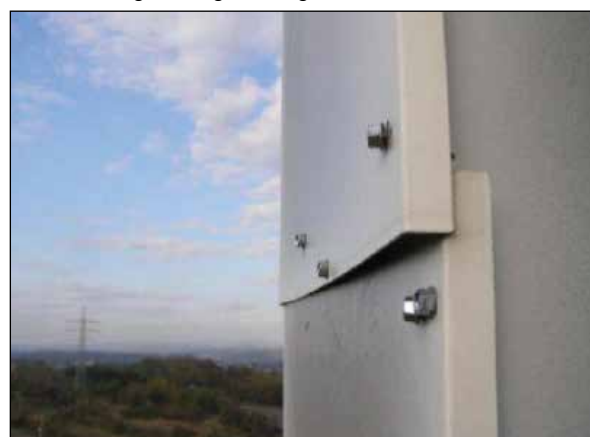


Abb. 23: Teilablösung der Befestigung (Quelle: R+V)

Sofortmaßnahmen nach dem Schaden

Der Schaden wurde mit Zeitverzug festgestellt, wodurch Sofortmaßnahmen nicht möglich waren. Die notwendigen Reparaturen wurden nach der Schadenfeststellung durchgeführt.

Fazit

Durch regelmäßige Inspektion, Wartung und ordnungsgemäße Instandsetzung durch Fachunternehmen können Bau- und Sturmschäden frühzeitig festgestellt und beseitigt werden. Dies gilt insbesondere für Freilandanlagen.

6.3.2 Biogasanlage

Standortbeschreibung

Der Schadenort liegt auf etwa 15 m ü. NN in ca. 10 km Entfernung zur Nordseeküste in der Windzone 4 gemäß dem nationalen Anhang A der DIN EN 1991-1-4 (siehe auch Abs. 9.3). Der Standort ist umgeben von landwirtschaftlichen Nutzflächen.

Objekt

Der vom Schaden betroffene Gärrestbehälter ist Teil einer Biogasanlage, die im Jahre 2010 errichtet wurde. Die Anlage besteht im Wesentlichen aus fünf zylindrischen Fermenter- bzw. Gärrestlagerbehältern, den Aufgabeeinrichtungen, dem Gasmotor und der Silagelagerfläche.

Der betroffene Behälter besteht aus einer zylindrischen Betonwand mit einer Höhe von ca. 6 m und einem Fassungsvermögen von ca. 3.000 m³. Das Dach ist als Tragluftdach zweilagig ausgebildet und besteht aus einer äußeren PVC-Wetterschutzmembran und einer PE-Gasmembran. Ein Luftverdichter erzeugt einen Überdruck zwischen den Membranen, der der äußeren Hülle des Tragluftdachs Form und Stabilität gibt. Ohne Druckluft werden die Membranen von einem zentralen Stützpunkt mit radial verlaufenden Gurten gehalten. Die Folien werden durch Druckluft, die von einem Kompressor bereitgestellt wird, mittels druckbeaufschlagter Klemmschläuche an den Betonmauerkronen gasdicht befestigt. Dazu sind sie in Falzen verlegt, in denen mittels der Klemmschläuche die Klemmwirkung erzielt wird.

Zur Bereitstellung der Druckluft werden vor Ort elektrisch betriebene Kompressoren und Stützluftgebläse eingesetzt.

Schadenbeschreibung

Im Oktober 2013 zog das Orkantief Christian mit heftigen Orkanböen über Teile Deutschlands hinweg; betroffen waren vor allem die Küstenregionen Norddeutschlands. Infolge des Sturms kam es nach Überkapazitäten bei der Stromeinspeisung durch Windkraftanlagen zu überlastbedingten Netzausfällen. Durch einen ca. 13-stündigen Stromaus-

fall war die Stützluftversorgung unterbrochen und die Dächer verloren die stabile Form. Die Klemmschläuche des Gärrestlagers versagten unter den Windkräften und die Membranen rutschten aus der Halterung. Ob initial die Befestigung versagte oder ein Riss der Membranen am Anfang stand, konnte nicht geklärt werden. Durch die Sturmeinwirkung (Flattern) wurden die Membranen zerstört, Teile der Stützkonstruktion beeinträchtigt, das Stützluftversorgungssystem und Messeinrichtungen beschädigt.



Abb. 24: Ein zerstörtes Membrandach (Quelle: Gothaer Risk-Management GmbH)



Abb. 25: Detailansicht des zerstörten Membrandachs (Quelle: Gothaer Risk-Management GmbH)

An den weiteren Behältern waren sturmbedingt die Membranen aus ihrem ursprünglichen Sitz gerutscht, ohne sich vollständig zu lösen

Maßnahmen nach dem Schaden

Der gesamte Sachschaden betrug ca. 30.000 Euro. Zur Schadenbeseitigung wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Erneuerung des Foliendachs mit Wiederherstellung der Stützluftversorgung am Gärrestlager und der Messeinrichtungen
- Kontrolle und Instandsetzung der Klemmschlauchabdichtungen von Membranen der übrigen Behälter

Ein erheblicher Betriebsunterbrechungsschaden war nur deshalb nicht zu verzeichnen, weil ausschließlich das Gärrestbehälterdach zerstört wurde und die Dächer der Fermenter nicht nachhaltig geschädigt wurden.

Fazit

Eine längerfristige Betriebsunterbrechung konnte durch sofortige Instandsetzungsmaßnahmen an den Fermenter-Behältern verhindert werden. Die sturmbedingte Unterbrechung der Stromversorgung (auch durch Leitungsschäden) ist nicht ungewöhnlich; haben solche Ausfälle Auswirkungen auf die Stabilität von Gebäudehüllen und sicherheitsrelevante Einrichtungen, muss dies im vorbeugenden Notfallmanagement Berücksichtigung finden. Am vorliegenden Standort wäre eine Notstromversorgung für Stützluftgebläse und Kompressor vorzuhalten, um die Stabilität von Gebäudehüllen und die Funktionsbereitschaft der sicherheitsrelevanten Einrichtungen aufrechtzuerhalten.

Auch können spezielle Geländeformen (Topografie) oder Hindernisse die Windexponierung erheblich beeinflussen: Zum einen können Düseneffekte zur Verstärkung von Luftströmung führen und Verwirbelungen können zum anderen hinter Hindernissen (z. B. Bäumen, Wällen, Gebäuden) erhebliche Sogwirkung auf benachbarte Anlagen generieren.

Bei Dächern sind in diesem Zusammenhang zudem die Dachform, das Format und die Materialeigenschaften der Dachdeckung bzw. Dachabdichtung zu berücksichtigen.

Die Befestigung der Bauteile muss zudem gemäß dem zugehörigen Nachweis (Statik) und den Vorgaben des Herstellers bzw. den Fachregeln der jeweiligen Gewerke ausgeführt werden.

Darüber hinaus können weitere Vorkehrungen vor und bei einem sich ankündigenden sowie nach einem Sturmereignis zur Schadenverhütung beitragen.

7 Schutzmaßnahmen

Mit Hilfe von Schutzmaßnahmen können Sturmschäden erfahrungsgemäß vermieden oder wenigstens begrenzt werden, sowohl in Hinblick auf die Eintrittswahrscheinlichkeit als auch bezogen auf den Schadenumfang. Diese Maßnahmen sind zum Teil gemäß den gesetzlichen Bestimmungen erforderlich, z. B. bezüglich der bautechnisch sicheren Bemessung von Bauteilen nach den normierten Windlasten und anerkannten Regeln der Technik.

Hinweis:

- *DIN EN 1991: Produktabbildung - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*
 - *Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten*
- *DIN 1055: Einwirkungen auf Tragwerke*
 - *Teil 4: Windlasten*

Bei der Bemessung ist darauf zu achten, dass die für das Bauwesen ermittelten Windgeschwindigkeiten einen 10-Minuten-Mittelwert in 10 Meter Höhe darstellen. Bei den für Deutschland gemäß dem nationalen Anhang A der DIN EN 1991-1-4 definierten Windzonen 1 bis 4 (siehe auch Abs. 9.3) werden Spitzenböen zwar mit erfasst, sie gehen aber im Mittelwert „unter“. Spitzenböen können durchaus das Doppelte der Mittelwerte annehmen. Es ist z. B. zu beachten, ob sich die Herstellerangaben für Solaranlagen zur Windbelastbarkeit auf Mittelwerte oder Spitzenböen beziehen.

7.1 Vor einem Sturm

Windbelastete Bau- und Gebäudeteile, z. B. Bauteile der Außenwände und Fassaden, Dachbauteile sowie Dachaufbauten, sollen einschließlich deren Befestigung regelmäßig überprüft und gewartet werden, um diese in ordnungsgemäßem Zustand zu halten. Zur Wartung gehört es auch, funktionsbeeinträchtigende Verschmutzungen zu beseitigen, etwa bei Dachrinnen oder sonstigen Komponenten des Entwässerungssystems.

Hinweise zum notwendigen Inhalt eines Wartungsvertrags sind im Abschnitt 9.2 (Anhang) enthalten.

Mängel und Schäden sollen umgehend instandgesetzt werden, zum Beispiel:

- Alterungs- bzw. Korrosions- und Witterungsschäden
- fehlende oder beschädigte Dachziegel oder -platten und Verankerungen
- beschädigte oder abgerissene Teile und Risse in der Dachhaut
- unregelmäßige Kiesschüttung bei Flachdächern
- schadhafter Dachüberstand
- Schädlings- oder Fäulnisbefall im Holz
- abgerissene oder verbogene Dachrinnen und Regenfallrohre oder lose Schneefanggitter
- Risse an Schornsteinköpfen, -abdeckungen und -einfassungen
- schadhafte Befestigung der Antennenanlagen oder aus der Verankerung gerissene Blitzableiter
- instabile Befestigungen von Solarmodulen

Dächer (Dachdeckungen sowie Dachbahnen und Folien zur Dachabdichtung)

Schäden an Dächern haben regelmäßig den Verlust ihrer Schutzwirkung gegen Nässe und Kälte zur Folge. Dadurch kann der Gesamtschaden, insbesondere auch an den Gebäudeinhalten in gewerblichen und industriellen Bauten, erheblich größer werden. Eine starke Beschädigung oder gar der Verlust des Dachs schwächt möglicherweise zudem entscheidend die Stabilität des gesamten Bauwerks, sodass es sogar vollständig zerstört werden kann.

Außenwände und Fassaden

Großflächige Fassadenverglasungen sollen nach Möglichkeit unterteilt werden, um ausgedehnte und kostspielige Schäden zu vermeiden, die z. B. durch den Aufprall von sturmbedingten Trümmern oder Hagelkörnern entstehen können. Auch ein flexibles Aufhängen kleinerer Elemente kann zur Schadenbegrenzung beitragen.

Solarmodule/-kollektoren

Solarmodule und -kollektoren, die an der Fassade oder auf dem Dach installiert sind, müssen wie die angrenzenden Dach- und Fassadenbauteile gegen die möglichen Windbelastungen ausgelegt und befestigt werden.

Werden die Solarmodule und -kollektoren aus der Ebene der Fassade oder des Dachs herausstehend, z. B. durch Aufständigung, muss das dadurch jeweils veränderte Strömungsverhältnis gesondert berücksichtigt werden, z. B. durch ein Windgutachten, wenn der zugehörige Widerstandsbeiwert für die Aufständigung noch nicht eindeutig ermittelt und in den anerkannten Regeln der Technik noch nicht aufgeführt ist.

Hinweis:

- *VDI-Richtlinie „Dezentrale/regenerative Energiesysteme im Gebäude; Befestigung von Solarmodulen und -kollektoren an und auf Gebäuden“ (VDI 6012, Blatt 1.4)*

Freiflächenanlagen

Bei Solarmodulen auf Freiflächen müssen die Windlasten über die Gestellkonstruktionen und Fundamente bzw. Pfähle sicher in den Boden abgeleitet werden.

Soweit für nachgeführte Anlagen im Sturmfall die Einnahme einer Sicherheitsposition vorgesehen

ist, muss regelmäßige Wartung und Prüfung der Mechanik und Messwerterfassung sicherstellen, dass diese Mechanismen im Bedarfsfall funktionieren. Hier ist auch darauf zu verweisen, dass die horizontale Ausrichtung von Solarmodulen zwar bei Sturm Gefährdungen minimiert, jedoch bei massivem Hagelschlag unter Umständen kontraproduktiv ist.

Bei der Fundamentbemessung und -herstellung für Trägermasten bzw. bei der Verankerung über Pfähle im Boden muss nachgewiesen werden, auf welche maximalen Windgeschwindigkeiten die Anlagen ausgelegt sind. Ebenso ist sicherzustellen, dass die gemäß DIN 1997-1 (EC7) anhand von Probelastungen und/oder Berechnungen ermittelten Werte auf die Untergrundbeschaffenheit des gesamten Areals der Freiflächenanlage übertragbar sind. Abhängig von der Vornutzung und Untergrundbeschaffenheit der Standorte können ggf. kleinräumige Änderungen im Baugrund auftreten und damit die Belastbarkeit des Bodens in weiten Grenzen schwanken. Dies gilt insbesondere für Standorte auf künstlichen Anschüttungen (z. B. Tagebaue, Deponien).

In der Auslegungspraxis erscheint problematisch, dass bei den einschlägigen Windlastnormen keine unmittelbar auf Freiflächenanlagen anwendbaren Angaben enthalten sind. Es ist daher als Stand der Technik anzusehen, dass für solche Anlagen die anzusetzenden Windlasten und die daraus abgeleitete Bemessung der Befestigung und Fundamentierung mittels Windkanalversuchen abgeleitet werden.

Auch von benachbarten Grundstücken können bei Sturm Gefahren für Freiflächenanlagen ausgehen. Abgebrochene Äste oder z. B. umherfliegende Fassaden- oder Dacheindeckungsmaterialien, können einzelne Module treffen, aus der Verankerung lösen und so „Kettenreaktionen“ auslösen. Auch daher ist das Umfeld solcher Standorte in die Planung einzubeziehen.

Bäume

Bei Sturmereignissen können Gefahren auch von Bäumen auf dem Grundstück ausgehen, insbesondere bei ausladenden Ästen, gehobenen Wurzeln und Fäulnisbefall. Der Baumbestand auf dem Grundstück soll deshalb möglichst zweimal im Jahr überprüft werden. Ein Fachmann soll ggf. hinzugezogen werden, wenn eine sichere Beurteilung des Baumzustands nur dadurch hinreichend möglich ist. Für größere Liegenschaft ist es empfehlenswert, den gesamten Baumbestand umfassend zu kartieren.

Gerüste und Kräne

Um Schäden durch oder an Gerüsten zu vermeiden, sind folgende Vorsichtsmaßnahmen zu treffen:

- sichere Verankerung der Gerüste an den Bauwerken
- zusätzliche Sicherungsmaßnahmen bei Verwendung von Schutzfolien
- aufmerksame Beobachtung der Wetterentwicklung und rechtzeitige Einstellung der Arbeiten und Sicherung von Materialien auf Gerüsten, am besten mit Warnabonnement bei einem Unwetterwarndienst.

Um die Sturmsicherheit von Kränen zu gewährleisten, ist insbesondere:

- die Tragfähigkeit des Untergrunds, vor allem auch im Hinblick auf die stark einseitige Sturmbelastung des Krans, zu prüfen; notfalls Sicherung durch Seilabspannungen oder rechtzeitige Entfernung mobiler Geräte;
- bei auf Schienen laufenden Kränen das Fahrgestell sicher zu verankern, z. B. mit Bolzen und Laschen auf dem Schienenfundament; Radbremsen oder -sperren und Hemmschuhe sind weniger wirksam;
- der Ausleger von Turmdrehkränen zu entriegeln, um eine Ausrichtung nach dem Windfeld zu ermöglichen, ohne dadurch Nachbarbauwerke zu gefährden;
- die Anlage regelmäßig zu kontrollieren, um die abgenutzten, korrodierten und sonstigen unsicheren Anlagenteile rechtzeitig ausfindig zu machen, instand zu setzen und ggf. auszutauschen.

Fliegende Bauten

Fliegende Bauten, z. B. Festzelte, Traglufthallen, Gewächshäuser, sind nach § 79 Abs. 1 der Landesbauordnung (BauO NRW) bauliche Anlagen, die geeignet und bestimmt sind, an verschiedenen Orten wiederholt aufgestellt und zerlegt zu werden.

Fliegende Bauten müssen alle relevanten Sicherheitsanforderungen erfüllen, z. B. Standsicherheit, die bei Windlasten gemäß DIN EN 1991-1-4 zu bemessen ist. Die jeweils zulässigen Belastungen der Konstruktionen sind im Sicherheitsdokument des Betreibers zu hinterlegen. Alle Veranstalter, welche die fliegenden Bauten nutzen, sind im Vorfeld darüber zu informieren. Diese Informationen werden u. a. benötigt, um bei einem Extremwetterereignis entscheiden zu können, eine geplante oder laufende Veranstaltung ggf. rechtzeitig abzusagen und die Teilnehmer zu evakuieren.

Es ist darauf zu achten, dass die Bauten auch während des Auf- und Abbaus standsicher ist.

Hinweis:

- *Muster-Richtlinie über den Bau und Betrieb Fliegender Bauten (M-FlBauR)*

Mängel oder Defekte bei der Befestigung bzw. Verankerung fliegender Bauten, insbesondere mechanisch beanspruchte Bauteile, müssen umgehend instand gesetzt werden.

Bei Traglufthallen kommt es immer wieder zu schweren Sturmschäden, wenn der Innendruck nicht rechtzeitig erhöht wird. Aus diesem Grunde sind mindestens zwei Gebläse zu installieren, damit der Innendruck bei Sturm rasch erhöht und bei Ausfall eines Geräts aufrechterhalten werden kann. Die Gebläsesteuerung soll zweckmäßigerweise mit einem Windmessgerät gekoppelt werden, sodass bei Erreichen kritischer Windgeschwindigkeiten eine automatische Druckerhöhung ausgelöst wird. Es sind Notstromgeneratoren für die Gebläse vorzusehen, da bei größeren Sturmereignissen häufig die Stromversorgung unterbrochen wird.

Die Zeltebespannung und ihre zugfeste Verankerung im Untergrund sind regelmäßig zu überprüfen und bei Feststellung von Mängeln umgehend instand zu setzen. Anderenfalls kann die Zeltebespannung unter starkem Winddruck reißen und dadurch das gesamte Zelt zerstört werden.

Notfallplan

Die Aufstellung eines standort- bzw. objektspezifischen Notfallplans mit Hinweisen auf richtiges Verhalten und Notfallmanagement hat sich in der Praxis bewährt. Erst eine genaue Planung der Abläufe und Festlegung der Zuständigkeiten sowie notwendigen Maßnahmen im Ernstfall ermöglichen eine effiziente Nutzung der Vorwarnzeit. Ein Notfallplan soll insbesondere folgende Angaben beinhalten (vgl. auch mit Abschnitt 9.1 im Anhang):

- Informationsquellen über ein sich ankündigendes Sturmereignis, z. B. Wetterdienst etc.
- eindeutige Zuordnung der Verantwortungen für die
 - Beschaffung, den Empfang oder die Weiterleitung der Wetterinformationen
 - Einleitung der geplanten Maßnahmen
- Kontaktdaten (Telefonnummern) und Ansprechpartner von hilfeleistenden Stellen (z. B. Feuerwehr),
- Zusammensetzung des betriebseigenen Krisenstabs mit Telefonnummern und Zuständigkeiten

- eindeutige Beschreibung von Maßnahmen, die beim Sturmereignis einzuleiten sind; dazu gehören u. a. Maßnahmen zur Sicherstellung der Ver- und Entsorgung, z. B. Notstromversorgung etc.
- Personen und Institutionen sowie deren Vertretungen, die für die erforderlichen Schutzmaßnahmen und für die Instandhaltung einzusetzender Schutzeinrichtungen verantwortlich sind
- Beschreibung und Festlegung von Notmaßnahmen zur Sicherung von Sach- und Vermögenswerten, z. B. Daten und Akten, ggf. Festlegung von alternativen Produktionsstandorten oder Ausweichgebäuden sowie Zukaufmöglichkeiten
- Aufstellung und Umsetzung eines Prüf- und Wartungsplans, z. B. für das Reinigen von Ablauföffnungen
- Verfahren zur Aufbereitung von Erfahrungen und Aktualisierung des Notfallplans

Notfallpläne müssen regelmäßig aktualisiert und angepasst werden. Dazu sind auch Übungen unerlässlich. Sie dienen dazu, Notfallpläne zu testen, Schwachstellen und Fehler in den Informationsketten und Anweisungen aufzudecken sowie Mitarbeiter auf den Ernstfall vorzubereiten.

Notstromversorgung

Die öffentliche Stromversorgung kann durch ein Sturmereignis ausfallen, wenn z. B. Strommasten abknicken oder stromführende Leitungen von entwurzelten Bäumen durchtrennt werden. In der Regel liegt bei den Unternehmen keine Mehrfacheinspeisung aus dem öffentlichen Netz durch eine zweite, örtlich getrennte Energieeinspeisung vor. Von Stromausfällen können neben den eigentlichen Produktionsanlagen auch einzelne Betriebsbereiche wie Beheizung, Beleuchtung, Klimatisierung, Kommunikation, Wasserversorgung, Entsorgungseinrichtungen usw. betroffen sein.

Um bei Ausfall der Stromversorgung die Betriebssicherheit aufrechterhalten zu können, sind in jedem Falle die Not- und Sicherheitsbeleuchtung und -anlagen, sowie evtl. auch die IT-Systeme separat über eine USV-Anlage (unterbrechungsfreie Stromversorgung) weiter zu versorgen, sofern die Stromversorgung nicht durch Einzelbatterien o. Ä. sichergestellt ist. Falls bestimmte technische Einrichtungen für die Gesamtdauer des Notbetriebs zur Verfügung stehen müssen, so ist darüber hinaus eine NEA (Netzersatzanlage, i. d. R. dieselbetriebebene Generatoren) erforderlich. Dazu müssen für die Dauer der Notstromversorgung ausreichend Betriebsstoffvorräte wie z. B. Diesel vorgehalten werden.

Bei der Vergabe der Notstromversorgung an externe Dienstleister ist darauf zu achten, dass die Notstromversorgung einschließlich aller notwendigen Dienstleistungen vertraglich fest vereinbart wird (Service Level Agreement).

Die Notstromanlagen sind hinreichend geschützt gegen Sturm und andere mögliche Naturgefahren aufzustellen.

Zum Erhalt der Wirksamkeit und Betriebssicherheit der Notstromanlage ist diese entsprechend den Herstellerangaben zu warten und regelmäßig in Probeläufen zu testen.

Hinweis:

- *DIN EN 62040 Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV)*
 - *Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen (IEC 62040-1:2008 + Corrigendum September 2008)*
 - *Teil 2: Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) (IEC 62040-2:2005)*
 - *Teil 3: Methoden zum Festlegen der Leistungs- und Prüfungsanforderungen (IEC 62040-3:2011)*
 - *Teil 4: Umweltaspekte – Anforderungen und Berichterstattung (IEC 22H/137/CD:2011)*
- *DIN VDE 0100-551; VDE 0100-551: Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-55: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Andere Betriebsmittel – Abschnitt 551: Niederspannungstromerzeugungseinrichtungen (IEC 60364-5-55:2001/A2:2008 (Abschnitt 551))*

7.2 Wenn sich ein Sturm angekündigt

Wird ein Sturmereignis vom Wetterdienst oder über die Medien angekündigt, soll der Notfallplan rechtzeitig und planmäßig aktiviert werden.

Die Aktivierung des Notfallplans soll zudem überwacht bzw. begleitet werden.

7.3 Nach einem Sturm

Wenn es trotz aller Vorsorge zu einem Sturmschaden kommt, sind folgende Verhaltensregeln zu beachten:

1. Eingehende Dokumentation der Schäden (Fotos)
2. Der festgestellte Schaden ist dem Versicherer mit der Schadendokumentation unverzüglich anzuzeigen und zugleich die voraussichtliche Schadenhöhe mitzuteilen.
3. Informationen bezüglich bestehender Garantie und Gewährleistung für die vom Schaden betroffenen Gebäude, Gebäudeteile und sonstigen Anlagen und Einrichtungen sollen an den Versicherer übermittelt werden (Bereitstellung von Unterlagen zur Prüfung möglicher Regressansprüche).
4. Der Schaden ist so gering wie möglich zu halten durch Maßnahmen wie:
 - a. Notbedeckung und Schutz gegen eindringende Feuchtigkeit
 - b. Befestigen oder Entfernen loser Teile
 - c. Trocknen durchnässter Einrichtungen
5. Das Dach ist von einer Fachfirma zu reparieren, dabei ist z. B. auch auf Windsogsicherung zu achten.
6. Im Zweifelsfall soll der Rat des Versicherers eingeholt werden, der jederzeit Hilfestellung leistet.

Vorrangig sollen Schäden an Anlagen und Einrichtungen beseitigt werden, die eine Betriebsunterbrechung verlängern können.

Aus der Schadendokumentation soll zudem herausgearbeitet werden, welche Maßnahmen sich bewährt haben, welche Vorkehrungen angepasst sowie ggf. zusätzlich getroffen werden müssen, um gegen zukünftige Sturmereignisse besser gewappnet zu sein.

8 Literatur

8.1 Gesetze und Verordnungen

Musterbauordnung (MBO) und Bauordnungen der Bundesländer

8.2 Technische Regeln

DIN EN 1991 – Einwirkungen auf Tragwerke

- Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten
- Anhang NA.A (normativ) Windzonenkarte
- Anhang NA.C (normativ) Ermittlung des Strukturbeiwertes und Beurteilung der Schwingungsanfälligkeit

DIN EN 62040 – Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV)

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen (IEC 62040-1:2008 + Corrigendum September 2008)
- Teil 2: Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) (IEC 62040-2:2005)
- Teil 3: Methoden zum Festlegen der Leistungs- und Prüfungsanforderungen (IEC 62040-3:2011)
- Teil 4: Umweltaspekte - Anforderungen und Berichterstattung (IEC 22H/137/CD:2011)

DIN 1055 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 4: Windlasten

DIN VDE 0100-551; VDE 0100-551 – Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-55: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Andere Betriebsmittel – Abschnitt 551: Niederspannungstromerzeugungseinrichtungen (IEC 60364-5-55:2001/A2:2008 (Abschnitt 551))

Beuth Verlag, www.beuth.de

8.3 Publikationen der deutschen Versicherer zur Schadenverhütung

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft – Allgemeine Bedingungen für die Sturmversicherung (ASTb 2010)

www.gdv.de

8.4 Weiterführende Literatur

Forschungsgesellschaft Landesschaftsentwicklung und Landschaftsbau (FLL) – Richtlinien für Regelkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen – Baumkontrollrichtlinien, 2010

www.fll.de

Industrieverband für den Metallleichtbau e. V. (IFBS)

- Fachregeln für Metallleichtbau
- Wartungsvertrag Metalldeckung

www.ifbs.de

Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks (ZVDH)

- Fachregeln für Dächer mit Abdichtungen (Flachdachrichtlinien)
- Fachinformation „Windlasten auf Dächern mit Dachziegel- und Dachsteineindeckungen“
- Sicherheit für Ihr Flachdach (Inspektions- und Wartungsvertrag)
- Sicherheit für Ihr Steildach (Inspektions- und Wartungsvertrag)

www.dachdecker.de

9 Anhang

In diesem Abschnitt werden Hinweise und Informationen ergänzend zu den vorangegangenen Ausführungen bereitgestellt.

9.1 Muster-Notfallplan (Wer macht was, wann, wo und wie?)

Geltungsbereich

Angaben über die betroffenen Standorte, Anlagen und Gebäude, erforderlichenfalls mit Lageplänen und Detailplänen.

Standort:	
Anlagen	Gebäude

Gefährdungen

A: ab einer zu erwartenden Windstärke von 8 Beaufort bis 10 Beaufort

Auswirkung des Sturms auf das Betriebsgelände

8 Beaufort	17,2–20,7	m/s	große Bäume werden bewegt, Fensterläden werden geöffnet, Zweige brechen von Bäumen, beim Gehen erhebliche Behinderung
9 Beaufort	20,8–24,4	m/s	Äste brechen, kleinere Schäden an Häusern, Ziegel und Rauchhauben werden von Dächern gehoben, Gartenmöbel werden umgeworfen und verweht, beim Gehen erhebliche Behinderung
10 Beaufort	24,5–28,4	m/s	Bäume werden entwurzelt, Baumstämme brechen, Gartenmöbel werden weggeweht, größere Schäden an Häusern;

B: bei zu erwartender Windstärke über 11 Beaufort

Auswirkungen des Orkans auf das Betriebsgelände

11 Beaufort	28,5–32,6	m/s	heftige Böen, schwere Sturmschäden, schwere Schäden an Wäldern (Windbruch), Dächer werden abgedeckt, Autos werden aus der Spur geworfen, dicke Mauern werden beschädigt, Gehen ist unmöglich;
> 11 Beaufort	> 32,6	m/s	schwerste Sturmschäden und Verwüstungen

Übersicht der Zuständigkeiten

Informationsbeschaffung und Informationsweitergaben

Beispiel: Herr Maier, Abteilungsleiter Gebäudeinstandhaltung, informiert sich regelmäßig über zu erwartende Windstärken und informiert die Geschäftsleitung, den Sturmbeauftragten, die Schichtführer und den Wachdienst über Gefährdungslage.

Krisenstab

Beispiel: Der Krisenstab setzt sich zusammen aus:

- Herr Chef, Geschäftsleitung
- Herr Maier, Gebäudeinstandhaltung
- Frau Müller, Sturmbeauftragte
- Herr Dieterle, Personalleiter

und tagt im Raum 5.4.15

Festlegung der von dem ggf. zu bestellenden Sturmbeauftragten wahrzunehmenden Aufgaben

Beispiel: Bestellung des Sturmbeauftragten mit der schriftlichen Festlegung aller zugeordneten Aufgaben.

Seine Aufgaben sind:

- Mitwirkung bei der Erstellung von Schutzmaßnahmen
- Aufstellung eines Notfallplans und Pflege des Notfallplans
- Betreuung des Schutzmaterials
- Aufstellung des Personals für die unterschiedlichen Alarmstufen
- Schulung des Einsatzpersonals
- Durchführung von Übungen nach Absprache mit der Geschäftsleitung
- Zusammenarbeit mit Feuerwehr und THW
- Überprüfung von Bäumen auf gesunden Wuchs
- Überprüfung der Dächer und Entwässerungseinrichtungen (z. B. Abläufe)
- Überprüfung der Lagerung auf Freiflächen
- Überprüfung der Notstromversorgung

Informationsquellen über zu erwartende Sturmstärken und Unwetterwarnungen**Sturmwarnungen der Wetterdienste**

Neben den aktuellen Berichten der Rundfunkanstalten sind je nach Verfügbarkeit weitere Vorhersagesysteme zu nutzen, z. B. Deutscher Wetterdienst (DWD), WIND der Unwetterzentrale, Katastrophenwarndienst.

Notfallplan und Schutzmaßnahmen

Angaben über Adresse, Rufnummer usw. der im Notfall zu informierenden und zu alarmierenden Personengruppen und Institutionen

- | | |
|--|------------------------|
| ■ Gebäudeinstandhaltung, Herr Maier, Straße 12 | Tel. xxxxxx / yyyyyyyy |
| ■ Geschäftsführung, Herr Chef, Straße 40 | Tel. xxxxxx / yyyyyyyy |
| ■ Sturm-Beauftragte, Frau Müller, Straße 24 | Tel. xxxxxx / yyyyyyyy |
| ■ Herr Dieterle, Personalleiter, Straße 4 | Tel. xxxxxx / yyyyyyyy |
| ■ Feuerwache | Tel. xxxxxx / yyyyyyyy |
| ■ Elektrodienst, Herr Müller, Straße 40 | Tel. xxxxxx / yyyyyyyy |
| ■ Wachdienst, Herr Ridder, Straße 12 | Tel. xxxxxx / yyyyyyyy |

Bereitstellung und Umsetzung erforderlicher Schutzmaßnahmen

Das Material (Spanngurte, Beschwerungen wie Balken und Sandsäcke) für die Sicherung des Außenlagers, der Flachdächer und der Rolll Tore einschließlich der erforderlichen Befestigungen ist am hinteren Tor des Außenlagers deponiert. Das Material ist halbjährlich auf Vollständigkeit zu prüfen. Es ist zudem darauf zu achten, dass der markierte Bereich vor dem Schutzmaterial stets freigehalten wird.

Die Arbeitsgeräte (Schlüssel für Spanngurte, Transportgeräte und Schubkarren usw.) für die erforderlichen Maßnahmen sind im Lagerraum links.

Für die Umsetzung von Waren werden die vorhandenen Stapler genutzt.

Die organisatorischen Maßnahmen sind regelmäßig auf das vorhandene Personal abzustimmen und die Namen der zuständigen Personen zu aktualisieren.

Festlegung durchzuführender Maßnahmen in Abhängigkeit der angekündigten Windgeschwindigkeit bzw. der Prognose und der Wettervorhersage

Beispiel: Einberufung des Krisenstabs zur Festlegung der Alarmstufe bei Sturm **(A)** bzw. der Gefährdungslage bei Orkanböen **(B)**

Bei einer Sturmwarnung sollen kritische Bau- und Betriebszustände vermieden bzw. müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen getroffen werden.

A ab einer zu erwartenden Windstärke von 8 Beaufort bis 10 Beaufort
Zelte, Traglufthallen, Gewächshäuser sichern
gelagerte Paletten und leere Fässer von Parkplatz B entfernen
gefährdete Lagergüter vom Freilager sichern
Gerüste und vorübergehende Bauten sichern

B zu erwartende Windstärke über 10 Beaufort
Fahrzeuge aus dem Gefährdungsbereich (umherfliegende Gebäudeteile, umstürzendes Lagergut, abbrechende Äste, umstürzende Bäume) entfernen
Zulieferungen abbestellen, Lieferungen wenn möglich vorziehen
Gelagerte Waren im Innenbereich nahe der Rolll Tore wegen möglichen Wassereintritts auf Paletten stellen
Rolll Tore schließen und ggf. zusätzlich mit Sandsäcken sichern

Zuordnung der Verantwortung aller beteiligten Abteilungen und Personen für die einzelnen Schutzbereiche bzw. Maßnahmen

Produktionseinschränkung	Geschäftsleitung
Disposition von Lieferungen und Zulieferungen	Spedition
Schichtpläne für die Zeit der Sturmgefährdung	Personalleiter

Personal Alarmstufe A	Fahrer und Staplerfahrer Wareneingang, Leitung Chef Wareneingang
Personal Alarmstufe B	Lagerarbeiter Halle 3 und 5, Mitarbeiter aus Produktion B, Leitung Schichtführer

Dokumentation

Abläufe und Resultate der durchgeführten Maßnahmen

Beispiel: Beim Sturm am 12.08.20xx wurden entsprechend der Sturmerwartung die Alarmstufe B ausgerufen und die Maßnahmen für Alarmstufe A und B durchgeführt.

Kosten- und Schadenermittlung

Beispiel: ca. 300 m² Dachabdichtung (Folie) à 50,- Euro/m² = 15.000,- Euro

Beseitigung abgebrochener Äste pauschal = 5.000,- Euro

Auswertung von Erfahrungen aus dem vorangegangenen Ereignis

Beispiel: Schutzmaßnahmen, z. B. Entfernen der Fahrzeuge aus dem gefährdeten Bereich, wurden etwas schleppend ergriffen, weil die Gefahrenlage unterschätzt wurde. Daher soll die Belegschaft verstärkt sensibilisiert werden.

Aktualisierung und Verbesserung des Notfallplans

Beispiel: Aufgetretene Mängel (z. B. organisatorische Mängel und Materialmängel) aufarbeiten. Neufassung des Plans erstellen, Genehmigung durch Geschäftsleitung und Bekanntmachung bei den Betroffenen. Sensibilisierung der Belegschaft. Das im Ereignisfall einzusetzende Personal ist regelmäßig zu unterweisen. Es ist einmal jährlich eine Übung vorzusehen.

Stand xx.xx.2015

9.2 Muster-Wartungsvertrag

Mit einer regelmäßigen und ordnungsgemäßen Wartung soll sichergestellt werden, dass Gebäude und Bauteile im planmäßig sicheren Zustand gehalten werden. Dementsprechend soll ein Wartungsvertrag insbesondere Folgendes beinhalten:

- Auftragsgeber und -nehmer
- Gegenstände der Wartung
- Inhalt und Umfang der Wartungsarbeit, dazu gehören u. a. die Überprüfung des ordnungsgemäßen Zustands, Entfernung von funktionsbeeinträchtigenden Schmutzablagerungen, z. B. auf der Dachfläche, Reinigung von funktionswichtigen Einrichtungen, z. B. Dachrinnen, und visuelle Überprüfung von Befestigungen, z. B. Ab- und Anschlüssen, sowie ggf. kleinere Instandsetzungsarbeiten
- Wartungsintervall, z. B. alle zwei bis drei Jahre, das ggf. gemäß dem Alter des Dachs gestaffelt sein kann
- Dokumentation aller durchgeführten Wartungsarbeiten einschließlich eines Berichts über den Zustand des Wartungsgegenstands (Fotodokumentation) mit ggf. Empfehlungen zu notwendigen Instandsetzungen.

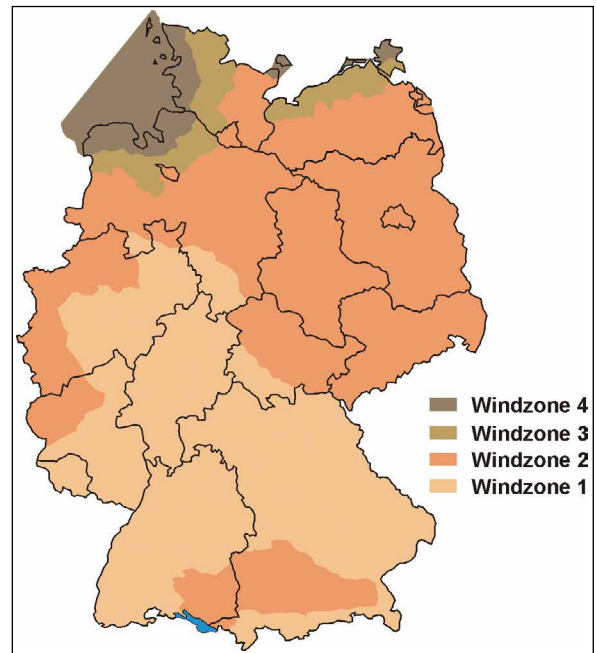


Abb. 26: Windlastzonen gemäß DIN 1055-4 (Quelle: DIBt)

9.3 Windlastzonen

Nachfolgend sind die Einteilung der Windlastzonen in Deutschland gemäß dem nationalen Anhang A der DIN EN 1991-1-4 grafisch und zugehörige Grenzwerte der Windgeschwindigkeit als Orientierungshilfe aufgeführt:

Windlastzone	Windgeschwindigkeit (km/h)
1	81
2	90
3	99
4	108

Tabelle 3: Maßgebende Windgeschwindigkeit der Windlastzonen

