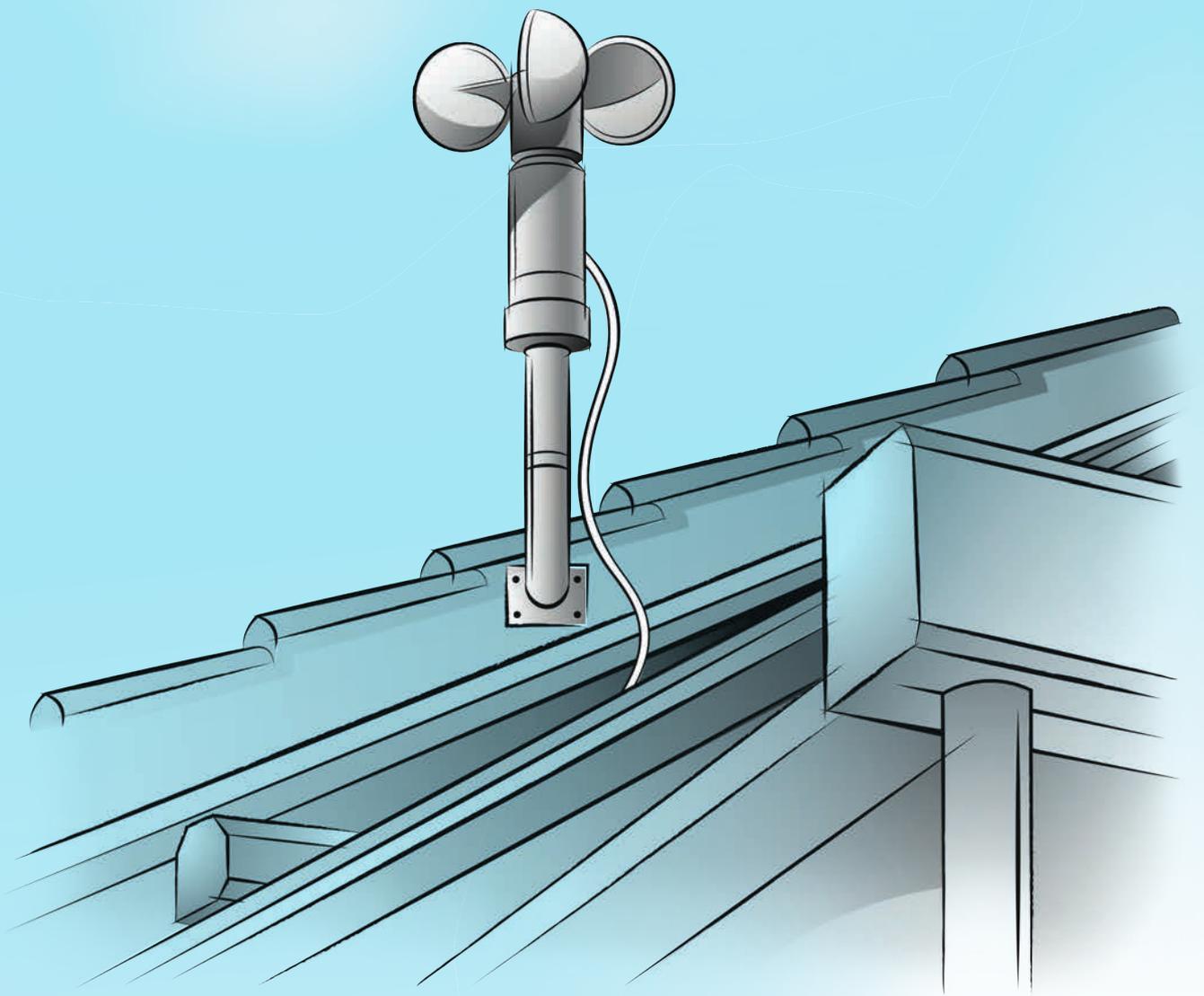


Leitfaden

für den Einsatz von Windwächtern



Stand November 2020
Herausgeber:

IVRSA
INDUSTRIEVEREINIGUNG
Rollladen-Sonnenschutz-Automation e.V.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	4
2. Grundlagen	4
2.1 Schalenkreuzanemometer	5
2.2 Thermoelektrisches Anemometer	6
2.3 Schwingungssensor	7
3. Richtlinien, Normen, Versicherungen	8
3.1 Allgemeines	8
3.2 Sonderbedingungen Raffstore	8
3.3 Sonderbedingungen Markisen, deren Gewebestoffe in seitlichen Schienen geführt werden (ZIP)	10
3.4 Versicherungen	13
3.5 Auswirkungen von Wind der Stärke 8 bis 12 an Land	13
4. Strömungsmechanik	14
4.1 Charakteristik des Windes (Böigkeit)	14
4.2 Gebäudeumströmung	15
4.3 Winddruck an der Fassade	16
4.4 Einfluss der Umgebungsbebauung auf die Gebäudeumströmung und den Fassadenwinddruck	16
4.5 Simulation des Windes, der Gebäudeumströmung und der Fassadenwinddrucke	17
5. Positionierung des Windwächters am Gebäude	18
5.1 Art des Gebäudes	18
5.2 Planung der Einbausituation	18
5.3 Planungsrelevante Randbedingungen	19
5.4 Positionierung	19
5.5 Fallbeispiele	21
5.6 Montage des Windwächters	23
6. Instandhaltung	24
6.1 Wartung/Pflege (Anleitungen)	24
6.2 Prüfvorgaben	24

7. Einstellung der Steuerung	24
7.1 Priorisierung der Sensorik	24
7.2 Verzögerungszeiten	24
7.3 Anforderung an die Gebäudeautomation	24
7.4 Positionierung des Funk-Windwächters zum Funkempfänger (Aktor, Antrieb)	24
8. Zuständigkeiten und Haftung	25
8.1 Inbetriebnahme (Grundeinstellung)	25
8.2 Festlegung der Grenzwerte	25
9. Fazit	25

1. Vorwort

Die Steuerung außenliegender Sonnenschutzsysteme bei Windeinwirkung ist ein wichtiger Aspekt bei der Planung und Realisierung von Gebäuden. In diesem Zusammenhang sind Windwächter wichtige und bewährte Produkte, die die maximale Nutzungsdauer in Abhängigkeit zur anstehenden Windgeschwindigkeit von außenliegenden Sonnenschutzsystemen gewährleisten und somit auch einen Beitrag zur Energieeinsparung leisten.

Diese Richtlinie soll dem Fachhändler und Monteur bei seiner Beratung als Grundlage dienen, die Qualität und Grenzen technischer Möglichkeiten zu erkennen und dem Nutzer die warenspezifischen Eigenschaften zu vermitteln.

Sie soll den Sachverständigen unterstützen, die Grenzen der Einsetzbarkeit von Windwächtern zu beurteilen. Sie soll auch helfen, Streitigkeiten und Meinungsverschiedenheiten zu vermeiden.

Diese Richtlinie richtet sich somit an Planer, Hersteller, Händler, Montageunternehmen, Elektrofachbetriebe und an den Nutzer oder Betreiber.

Unser besonderer Dank gilt der Firma Wacker Ingenieure GmbH, 75217 Birkenfeld, www.wacker-ingenieure.de, ohne deren Know-How und Beratung die Erstellung dieser Richtlinie nicht möglich gewesen wäre.



2. Grundlagen

Windwächter dienen dazu, bei übermäßig aufkommendem Wind ein Signal zu senden, um Sonnenschutzanlagen in die geschützte Position zu fahren. Um diese Aufgabe erfüllen zu können, muss die Montageposition des Windwächters so bestimmt werden, dass der Windwächter genau denselben Windverhältnissen, die auch an den Sonnenschutzanlagen vorherrschen, ausgesetzt ist. Alternativ ist es für die Steuerung des Sonnenschutzes hinreichend, die Umrechnung von Windgeschwindigkeit/Windrichtung am Windwächter zur Windgeschwindigkeit am Sonnenschutz zu kennen. Windwächter werden sehr häufig in Kombination mit einem Sonnensensor eingesetzt. Als weitere Variante gibt es die Kombination Windwächter/Sonnensensor/Regensensor.

Nachfolgend beschreiben wir die drei am häufigsten eingesetzten Windwächtersysteme:

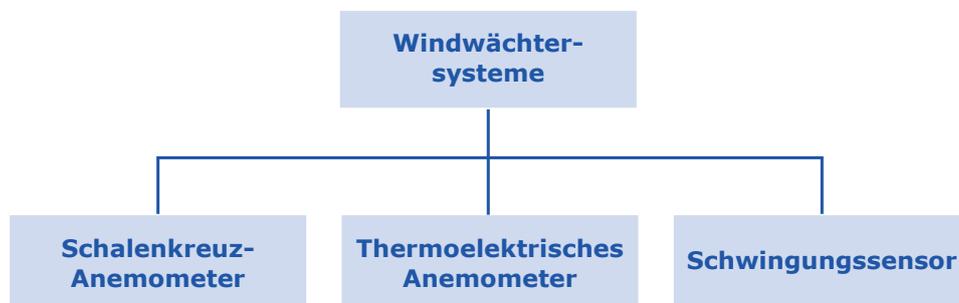


Abb. 1

2.1 Schalenkreuzanemometer

Aufbau

Der Windwächter ist mit einem drehbar gelagerten Becher ausgestattet, an dem sich drei Windflügel befinden. An der Innenseite des Bechers befinden sich Magnete. Ein Reedschalter ist so angebracht, dass beim Vorbeiführen der Magnete der Kontakt kurz öffnet.

Funktionsprinzip

Je nach Windaufkommen dreht sich der Becher unterschiedlich schnell.

Je schneller sich der Becher dreht, umso öfters unterbricht der Reedkontakt – man spricht hier von der Schaltfrequenz. Diese Schaltfrequenz wird von einer Steuereinheit ausgewertet. Übersteigt die Schaltfrequenz den eingestellten Schwellenwert, erfolgt eine Sicherheitsfahrt.



Abb. 2

Vorteile:	Sehr robuste und bewährte Technik
Nachteile:	Auf- und Fallwinde werden nicht erkannt.
Einsatzbereiche:	Einzelanlagen, Gruppenanlagen
Montageort:	Fassade, Dach
Messbereich:	Windstärke 0-12 (je nach Ausführung)
Ausführungen:	Drahtgebunden, Funktechnik
Sonderausführung:	Beheizt (Versorgungsspannung notwendig)
Versorgungsspannung:	Ohne, Klein- und Niederspannung, Solar, Batterie
Signal-/Datenübertragung:	Drahtgebunden, Funk
Inspektion:	Jährliche Sicht- und Funktionsprüfung (bei saisonaler Verwendung vor Saisonstart) und nach besonderen Wettersituationen z.B. Hagel, Sturm
Wartung/Pflege:	Solarbetriebener Windwächter, jährliche Reinigung der Solarpanel, Batterietausch
Umwelteinflüsse:	Hier sind die Herstellerangaben zu beachten.

2.2 Thermoelektrisches Anemometer

Aufbau

Am Windwächter ist ein Sensor angebracht, der permanent dem Wind ausgesetzt ist. Im Inneren des Gehäuses ist eine Elektronik verbaut, die die Werte des Sensors verarbeitet. Der Windwächter hat keine beweglichen Teile.

Funktionsprinzip

Der Sensor verändert in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit seinen Widerstand, je mehr Wind aufkommt, umso mehr verändert sich der Wert des Widerstands. Die Elektronik wertet diesen Wert permanent aus und vergleicht ihn mit einem voreingestellten Schwellenwert. Wird dieser überschritten, erfolgt eine Sicherheitsfahrt.



Abb. 3

Vorteile:	Kein Verschleiß mechanischer Teile. Je nach Bauart können Auf- und Fallwinde erfasst werden.
Nachteile:	Benötigt eine Spannungsversorgung, daher geringer Energiebedarf
Einsatzbereiche:	Einzelanlagen, Gruppenanlagen
Montageort:	Fassade, Dach
Messbereich:	Windstärke 0-12 (je nach Ausführung)
Versorgungsspannung:	Klein- und Niederspannung, Solar, Batterie
Signal-/Datenübertragung:	Drahtgebunden, Funk
Inspektion:	Jährliche Sicht- und Funktionsprüfung (bei saisonaler Verwendung vor Saisonstart) und nach besonderen Wettersituationen z.B. Hagel, Sturm
Wartung/Pflege:	Jährliche Reinigung
Umwelteinflüsse:	Hier sind die Herstellerangaben zu beachten.

2.3 Schwingungssensor

Aufbau

Im Windwächter ist ein Sensor mit oder ohne zusätzlicher Neigungserkennung eingebaut, der permanent die Bewegung registriert. Des Weiteren ist eine Elektronik verbaut, die die Werte des Sensors verarbeitet. Der Windwächter hat keine beweglichen Teile.

Funktionsprinzip

Der Windwächter wird am Fallprofil einer Gelenkarmmarkise montiert. Fängt das Fallprofil an zu schwingen bzw. verändert sich die Neigung, wird dies vom Sensor erkannt und von der Elektronik ausgewertet. Wird ein eingestellter Schwellenwert überschritten, erfolgt eine Sicherheitsfahrt.

Vorteile:	Direkte Messung an der Anlage
Nachteile:	Nur für Gelenkarmmarkisen
Einsatzbereiche:	Einzelanlagen
Messbereich:	Windstärke 2-8 (anlagenbezogene Einstellung notwendig)
Ausführungen:	Funktechnik
Versorgungsspannung:	Batterie
Inspektion:	Jährliche Sicht- und Funktionsprüfung (bei saisonaler Verwendung vor Saisonstart)
Wartung/Pflege:	Batterietausch
Umwelteinflüsse:	Hier sind die Herstellerangaben zu beachten.

3. Richtlinien, Normen, Versicherungen

3.1 Allgemeines

Die Windlast auf bestimmte Abschnitte eines Bauwerks bzw. einzelne Bauteile wird durch den Druckbeiwert C_p bestimmt. Ermittelt wird der C_p -Wert als Differenz zwischen Innendruck c_{pi} und Außendruck c_{pe} am Bauwerk bzw. den einzelnen Bauteilen. Bei luftdurchlässigen Bauteilen erhöht sich der Innendruck c_{pi} und vermindert dadurch den C_p -Wert. Zu beachten ist, dass es in Deutschland keine bevorzugte oder Hauptwindrichtung gibt. Die Auslegung von Bauwerken und deren Teile ist daher in der Regel nach dem ungünstigsten Fall vorzunehmen.

3.2 Sonderbedingungen Raffstore

Bei Raffstoren kann der Wert für C_p aufgrund der dynamischen Bewegungen des Behanges stark schwanken. Aus diesem Grund wäre die Festlegung einer Windgeschwindigkeit aufgrund des statischen Drucks, dem ein Raffstore standhalten kann, zur Beurteilung ungeeignet.

Diese wesentliche Festlegung wird in Anhang A DIN EN 13659 getroffen. Auch der Untergrund und der Abstand zur Fassade/Höhe/Ecksituation haben Einfluss auf die maximal mögliche Windgeschwindigkeit und werden in der Norm (DIN EN 1932:2013-09 Abschlüsse und Markisen – Widerstand gegen Windlast – Prüfverfahren und Nachweiskriterien) nicht berücksichtigt, obwohl diese Einflussfaktoren einen signifikanten Einfluss auf die Windfestigkeit des Produktes besitzen.

Die DIN EN 1932 (8.2.3 Anordnung und Maße des Prüfkörpers) beschreibt die Prüfung anhand einer festgelegten Prüfgröße. (2000mm*2500mm) und eines festgelegten statischen Drucks. Somit ist eine Übertragbarkeit der geprüften Windklasse (DIN EN 13659 Tabelle 1 – Windwiderstandsklassen) auf abweichende Produkte schon nach der Produktnorm DIN EN 13659 schwer möglich. Dies hat zur Folge, dass für die Produkte (Raffstore) Einsatzempfehlungen verfasst werden müssen, um einen fachgerechten Einsatz der Produkte zu ermöglichen.

In den folgenden Einsatzempfehlungen werden die Windgeschwindigkeiten in m/s angegeben.

Einsatzempfehlung Flachlamelle, seilgeführt

Flachlamelle seilgeführt									
	Breite								
Höhe	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
1000	17	17	13	13	13	10	10	10	10
1500	17	17	13	13	13	10	10	10	10
2000	17	17	13	13	13	10	10	10	10
2500	17	13	13	13	10	10	10	10	10
3000	13	13	13	10	10	10	8	8	8
3500	13	13	10	10	10	8	8	8	8
4000	13	10	10	10	8	8	8	8	8
4500	10	10	10	8	8	8	5	5	5
5000	10	10	8	8	8	5	5	5	5

Angabe in m/s

Tabelle 1

Einsatzempfehlung Flachlamelle, schienengeführt

Flachlamelle, schienengeführt									
	Breite								
Höhe	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
1000	17	17	13	13	13	10	10	10	10
1500	17	17	13	13	13	10	10	10	10
2000	17	17	13	13	13	10	10	10	10
2500	17	17	13	13	13	10	10	10	10
3000	17	17	13	13	13	10	10	10	8
3500	17	17	13	13	13	10	10	10	8
4000	17	13	13	13	10	10	10	8	8
4500	13	13	13	10	10	10	8	8	8
5000	10	10	10	10	10	8	8	8	8
Angabe in m/s									

Tabelle 2

Einsatzempfehlung Lamelle randgebördelt, seilgeführt

Lamelle randgebördelt, seilgeführt									
	Breite								
Höhe	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
1000	17	17	17	13	13	13	13	13	13
1500	17	17	17	13	13	13	13	13	10
2000	17	17	17	13	13	13	13	13	10
2500	17	17	13	13	10	10	10	10	10
3000	13	13	13	10	10	10	8	8	8
3500	13	13	10	10	10	8	8	8	8
4000	13	10	10	10	8	8	8	8	8
4500	10	10	10	8	8	8	5	5	5
5000	10	10	8	8	8	5	5	5	5
Angabe in m/s									

Tabelle 3

Einsatzempfehlung Lamelle randgebördelt, schienengeführt

Lamelle randgebördelt, schienengeführt									
	Breite								
Höhe	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
1000	17	17	17	17	17	17	17	17	17
1500	17	17	17	17	17	13	13	13	13
2000	17	17	17	17	17	13	13	13	13
2500	17	17	17	17	17	13	13	13	13
3000	17	17	17	17	17	13	13	13	13
3500	17	17	17	13	13	13	13	13	10
4000	17	17	17	13	13	13	13	10	10
4500	17	17	17	13	13	13	10	10	10
5000	13	13	13	13	13	10	10	10	10
Angabe in m/s									

Tabelle 4

3.3 Sonderbedingungen Markisen, deren Gewebestoffe in seitlichen Schienen geführt werden (ZIP)

Die Windklassen nach DIN EN 13561 lassen keinen Rückschluss auf die Gebrauchstauglichkeit (Ein-/Ausfahren, Zwischenpositionen) unter tatsächlicher Windbelastung zu. Deshalb muss der Hersteller die Maximalgeschwindigkeit festlegen, oberhalb derer die Markise unter Berücksichtigung der in Tabelle gezeigten Abminderungsfaktoren einzufahren ist. Diese Windgeschwindigkeit ist in den technischen Dokumentationen (z.B. Bedienungsanleitung) anzugeben. Die Bedingungen, die einzuhalten sind, damit die Leistungsanforderung erfüllt wird, basieren auf statischen Lasten und berücksichtigen keine dynamische Auswirkung von wiederholt aufgebracht Lasten (Turbulenzen), denen Tuch und Gestell beim tatsächlichen Einsatz ausgesetzt sind. Deshalb kann der statische Druck nicht zur Festlegung der Verankerung der Markisen am Gebäude herangezogen werden. Auch der Untergrund und Abstand zur Fassade/Höhe/Ecksituation haben Einfluss auf die maximal mögliche Windgeschwindigkeit und werden in der Norm (DIN EN 1932:2013-09 Abschlüsse und Markisen – Widerstand gegen Windlast – Prüfverfahren und Nachweiskriterien) nicht berücksichtigt, obwohl diese Einflussfaktoren einen signifikanten Einfluss auf die Windfestigkeit des Produktes besitzen.

Markisen, deren Gewebestoffe in seitlichen Schienen geführt werden

	Breite										
Höhe	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
1000	24	24	24	24	21	21	21	21	21	17	17
1500	24	24	24	21	21	17	17	17	17	17	17
2000	24	24	21	21	17	17	13	13	13	13	13
2500	24	21	21	17	17	13	13	13	13	13	13
3000	24	21	17	17	13	13	13	13	13	13	10
3500	21	17	17	13	13	13	13	13	10	10	10
4000	21	17	13	13	13	13	13	10	10	10	10
4500	21	17	13	13	13	13	10	10	10	10	10
5000	21	17	13	13	13	10	10	10	10	10	10
5500	21	17	13	13	13	10	10	10	10	10	10
6000	21	17	13	13	10	10	10	10	10	10	10

Angabe in m/s
Maximalgeschwindigkeit zur Gebrauchstauglichkeit

Tabelle 5

Stufen						
24	21	17	13	10	7	4

Tabelle 5 ist nur bei Behangabstand < 100 mm zur Glasfläche gültig.

Für folgenden Fall können die Tabellenwerte erhöht werden:

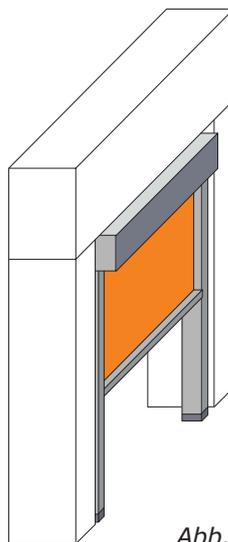


Abb. 4

- Bei Leibungsmontage kann der Tabellenwert auf den nächstgrößeren Tabellenwert erhöht werden (z. B. von 10 auf 13; Maximalwert 24 m/s), dies bis zu einer maximalen Breite von 3000 mm und einer maximalen Höhe 3000 mm.

Für folgende Fälle müssen Tabellenwerte abgemindert werden:

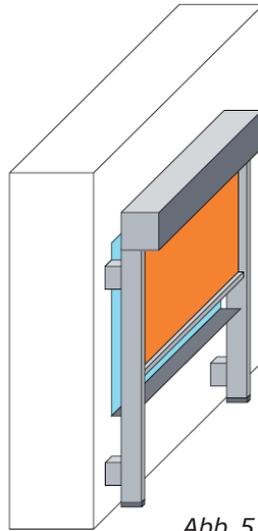


Abb. 5

- Beim Behangabstand $> 100 \text{ mm} \leq 200 \text{ mm}$ zur Glasfläche muss der Tabellenwert um 2 Stufen abgemindert werden (z. B. von 24 m/s auf 17 m/s).
- Beim Behangabstand $> 200 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm}$ zur Glasfläche muss der Tabellenwert um 3 Stufen abgemindert werden (z. B. von 24 m/s auf 13 m/s).

Bei größeren Abständen sowie bei freistehenden Anlagen ist die Tabelle nicht anzuwenden.

Zusätzlich sind immer die Angaben des Herstellers zu beachten (z. B. Anzahl der FS-Halter, Kastenbefestigung, Führungsschienenbefestigung, fachgerechte Montage unter Beachtung der Toleranzen). Abweichungen sind gegebenenfalls aufgrund der Einbausituation nach Rücksprache mit dem Hersteller möglich.

3.4 Versicherungen

Die Grenze, ab welcher Windgeschwindigkeit Sturmschäden durch die Versicherung übernommen werden können, liegt bei **Windstärke 8**. Zum einen orientieren sich die Versicherer bei der Schadensregulierung an den Informationen und Beobachtungen des Deutschen Wetterdienstes, zum anderen werden auch typische Sturmschäden in der Nachbarschaft als Anhaltspunkt für die Bewertung der Sturmstärke berücksichtigt.

3.5 Auswirkungen von Wind der Stärke 8 bis 12 an Land

Windstärke	Bezeichnung	Windgeschwindigkeit	Wirkung an Land
8	Stürmischer Wind	62-74 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Große Bäume bewegen sich. • Fensterläden werden geöffnet. • Zweige brechen von Bäumen. • Fußgänger werden sehr stark behindert.
9	Sturm	75-88 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Äste brechen von Bäumen. • Kleinere Schäden an Häusern sind möglich. • Dachsteine und Schornstein-Abdeckungen werden angehoben. • Gartenmöbel werden umgeworfen und weggeweht. • Fußgänger werden erheblich behindert.
10	Schwerer Sturm	89-102 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Bäume werden umgeknickt und entwurzelt. • Große Schäden an Häusern
11	Orkanartiger Sturm	103-117 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Heftige Böen • Großflächig entwurzelte oder umgeknickte Bäume • Schwere Sturmschäden an Häusern • Abgedeckte Dächer • Autos werden aus der Spur geworfen. • Gehen ist nicht mehr möglich.
12	Orkan	ab 118 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Schwerste, weiträumige Verwüstungen in Wäldern und an Häusern

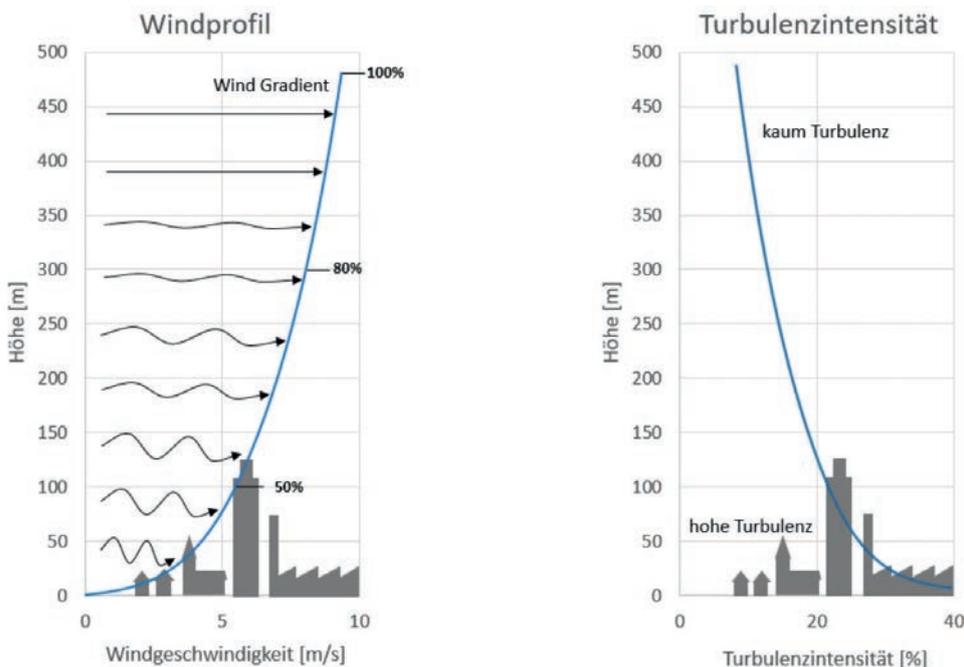
Tabelle 6 (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

4. Strömungsmechanik

4.1 Charakteristik des Windes (Böigkeit)

Als Wind werden in der Meteorologie Luftbewegungen bezeichnet, die hauptsächlich aufgrund von räumlichen Druckunterschieden zustande kommen. In bodennaher Umgebung strömen die Luftteilchen von Bereichen mit hohem Druck zu Bereichen mit niedrigem Luftdruck. Die Windströmung ist hierbei nicht gleichförmig, sondern in Abhängigkeit der Höhe von unterschiedlicher Charakteristik. In Abb. 6 ist links ein typischer qualitativer, höhenabhängiger Verlauf der Windgeschwindigkeit einer atmosphärischen Grenzschichtströmung abgebildet (atmosphärische Grenzschichtströmung = Windströmung im bodennahen Bereich bis ca. 300 m bis 400 m Höhe). Rechts ist zusätzlich die Turbulenzintensität (als Maß für die Böigkeit) des Windes über der Höhe aufgetragen.

Aus den Abb. 6 wird ersichtlich, dass die Windgeschwindigkeit mit zunehmender Höhe ansteigt und gleichzeitig die Turbulenzintensität des Windes mit zunehmender Höhe abnimmt. Die Windströmung im bodennahen Bereich ist durch eine hohe Turbulenz, also starke Geschwindigkeitsschwankungen gekennzeichnet. Mit zunehmender Höhe wird die Windströmung gleichförmiger und die Windgeschwindigkeit höher.



- Mittlere Windgeschwindigkeit nimmt mit zunehmender Höhe zu
- Windgeschwindigkeit steigt im unteren Höhenbereich schnell an

- Turbulenzintensität nimmt mit zunehmender Höhe ab
- Im bodennahen Bereich hohe Turbulenzen

Abb. 6: Qualitativer höhenabhängiger Verlauf der mittleren Windgeschwindigkeit (links) und der Turbulenzintensität (rechts) einer atmosphärischen Grenzschichtströmung

4.2 Gebäudeumströmung

Gebäude stellen ein Hindernis für die freie, ungestörte Windströmung dar. Trifft Wind auf ein Gebäude, so wird er durch dieses verdrängt, umgelenkt, beschleunigt oder abgebremst. Infolgedessen ergeben sich am Gebäude selbst und auch im Nahbereich des Gebäudes verschiedene Umströmungseffekte.

Diese können im Windkanal durch Nebelversuche sichtbar gemacht werden und sind in Abb. 6.1 skizziert. Aus den Abbildungen werden folgende Effekte ersichtlich:

- 1) **Stagnationsbereich der Windströmung (Staupunkt):** Die Strömung trifft frontal (mehr oder weniger im rechten Winkel) senkrecht auf die Gebädefassade und wird dabei stark abgebremst. Bei etwa 80 % der Gebäudehöhe an der windzugewandten Fassade stellt sich der maximale Winddruck und die minimale Windgeschwindigkeit an der Fassade ein (gilt für höhere, ungestört angeströmte Gebäude).
- 2) **Fallwinde:** Die Strömung wird unterhalb des Staupunktes nach unten abgelenkt.
- 3) **Strömungsbeschleunigungen:** Insbesondere an Gebäudeecken und Dachkanten. Hoher Windsog und hohe Windgeschwindigkeit. Sehr hohe turbulente Druck- und Geschwindigkeitsschwankungen.
- 4) **Verwirbelungen und Rückströmungen:** im Leebereich des Gebäudes.

Hinweis: Die in Abb. 6.1 dargestellten Umströmungseffekte sind typisch für ein freistehendes Gebäude. Durch umliegende Gebäude können sich noch weitere Strömungseffekte mit den hier gezeigten überlagern. Auf diese wird in Kapitel 6.3. eingegangen.

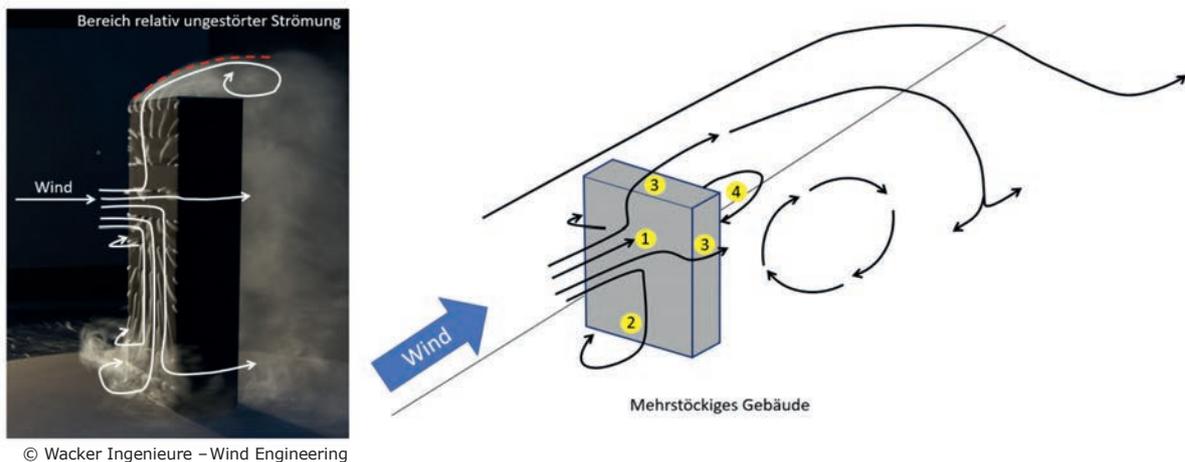


Abb. 6.1: Visualisierung der Umströmung eines freistehenden Gebäudes
(links Nebelversuch im Windkanal, rechts skizzierte Umströmung)

4.3 Winddruck an der Fassade

Die beschriebenen Umströmungseffekte führen zu unterschiedlichen lokalen Strömungsgeschwindigkeiten und Strömungsrichtungen am umströmten Gebäude. Dies bewirkt je nach Anströmung, dass bestimmte Fassadenbereiche unterschiedlich stark im Druck (+) oder im Sog (-) liegen. Insbesondere an Kanten ist mit hohem Sog zu rechnen. Siehe hierzu auch Abb. 6.2.

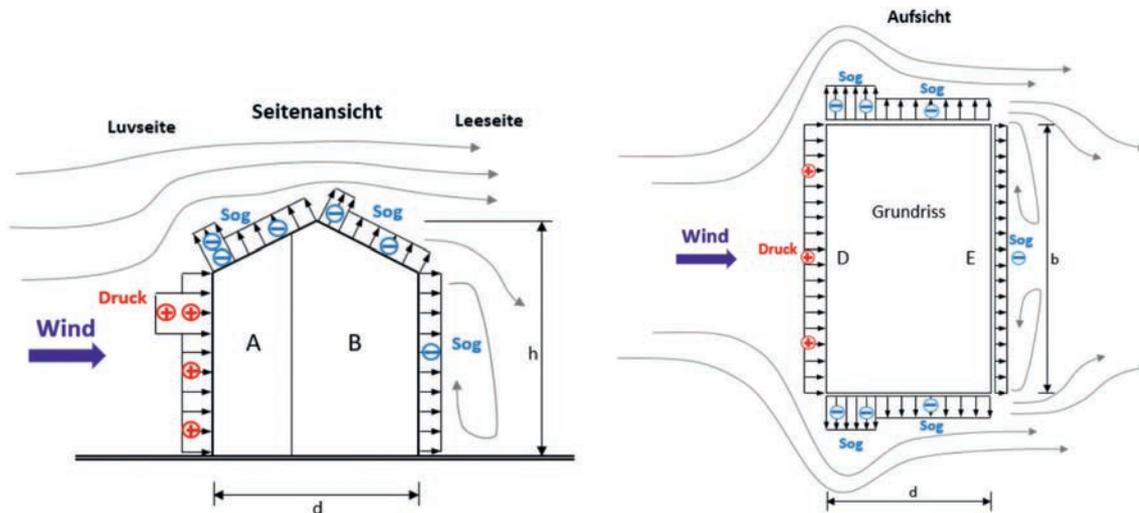


Abb. 6.2: Vereinfachte Veranschaulichung der Umströmung eines freistehenden Gebäudes in der Seitenansicht (links) und im Grundriss (rechts) mit Druck- und Sogbereichen an den Dach- und Fassadenflächen

4.4 Einfluss der Umgebungsbebauung auf die Gebäudeumströmung und den Fassadenwinddruck

Umliegende Gebäude oder dichte Bebauung beeinflussen die Umströmung eines Gebäudes zusätzlich und können diese äußerst komplex und nur schwer vorhersehbar machen. In Abb. 6.3 sind hierzu beispielhaft drei typische Effekte aufgezeigt, die durch Umgebungsbebauung hervorgerufen werden:

- 1) **Düseneffekt** (Beispiele 1 und 4): Kanalisierung der Windströmung durch dichte Nachbargebäude. Signifikante Strömungsbeschleunigungen in den Gebäudegassen.
 Beispiel 1: Gebäudegröße $B \times L \times H = 15\text{m} \times 15\text{m} \times 50\text{m}$, Gebäudeabstand 20 m, Geschwindigkeitszunahme 20 % (grober Richtwert)
 Beispiel 4: Gebäudegröße von $B \times L \times H = 15\text{m} \times 50\text{m} \times 50\text{m}$, Gebäudeabstand 20 m, Geschwindigkeitszunahme in Fassadennähe bis zu 60 % (grober Richtwert)
- 2) **Strömungsumlenkungen** (Beispiel 2): Windströmung wird durch ein vorgelegertes Gebäude umgelenkt. Erhöhte Windbelastung am hinteren Gebäude und lokale Änderung der Strömungsrichtung.
- 3) **Höhere Nachbargebäude** (Beispiel 3): Energiereicher Wind aus höheren Lagen wird vom Gebäude „eingefangen“ und nach unten abgelenkt. Erhöhte Windbelastung am unteren Gebäude(-teil).

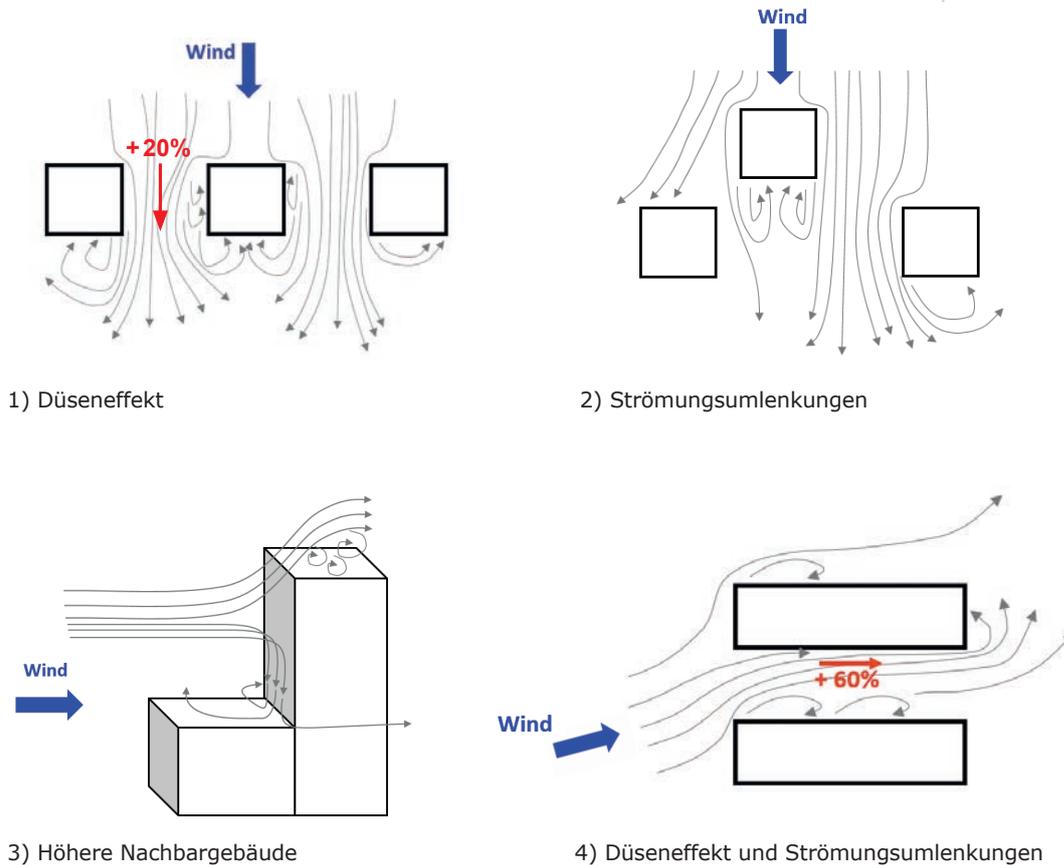


Abb. 6.3: Vereinfachte Veranschaulichung der Umströmung eines Gebäudes inklusive Umgebungsbebauung

4.5 Simulation des Windes, der Gebäudeumströmung und der Fassadenwinddrücke

Die Umströmung von Gebäuden ist (selbst bei zunächst einfach anmutenden Kubaturen) häufig sehr komplex und nur begrenzt ohne weitere Untersuchungen vorhersagbar. Sie kann im besten Fall näherungsweise abgeschätzt werden. Eine Möglichkeit, die Gebäudeumströmung genauer zu erfassen, besteht durch computergestützte Simulationen der Windströmung oder (besser noch) durch Windkanaluntersuchungen. Bei komplexen Fragestellungen stellen Windkanalversuche häufig die einzig verlässliche Variante dar, die Umströmung möglichst präzise und realitätsnah abzubilden und Fassadenwinddrücke zu bestimmen.

Der große Vorteil von Windkanalversuchen gegenüber stationären numerischen Strömungsberechnungen (engl. Computational Fluid Dynamics, CFD) liegt u.a. darin, dass im Windkanaltest auch Windgeschwindigkeitsschwankungen (Böigkeiten) an der Fassade berücksichtigt werden können. Dies verbessert entscheidend die Qualität der Ergebnisse, da kurzzeitige Böen für die Sonnenschutzbehänge im Hinblick auf Windschäden von entscheidender Bedeutung sein können.

Um dies zu veranschaulichen, ist in Abb. 6.4 ein typisches Windgeschwindigkeitssignal an einer Fassade dargestellt. Es wird ersichtlich, dass es sich bei der Windgeschwindigkeit nicht um eine stetige Größe handelt. Die fassadennahe Windgeschwindigkeit schwankt um einen Mittelwert mit deutlich erkennbaren Windspitzen (Böen).

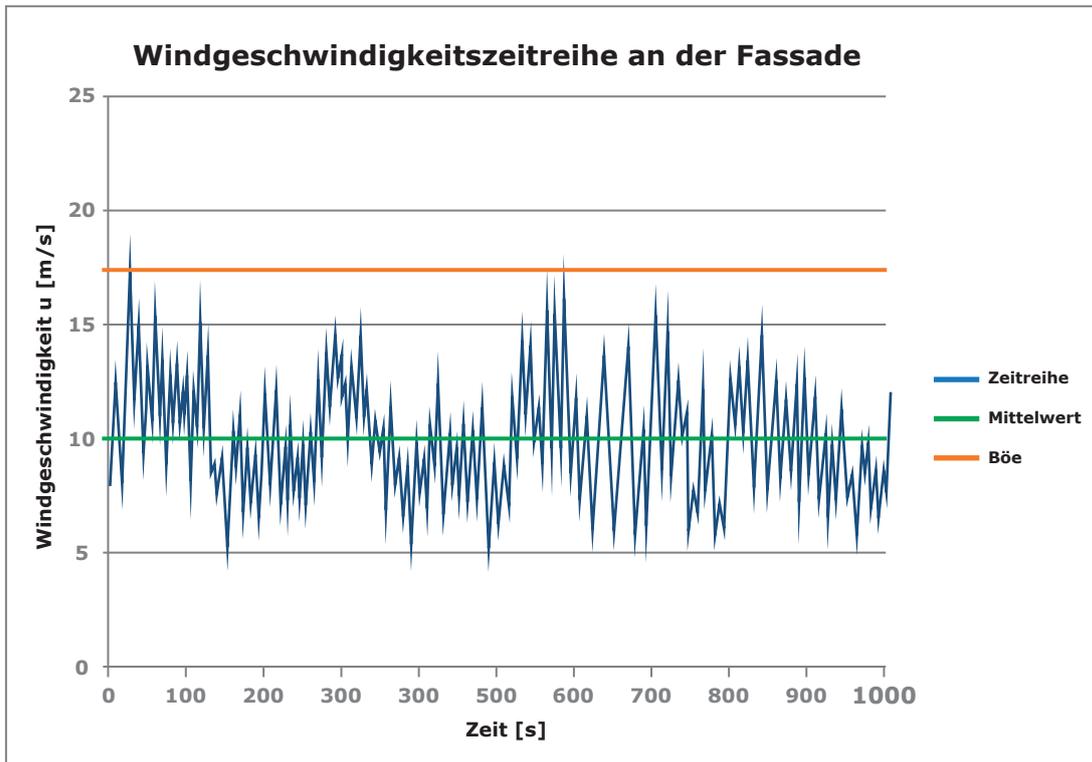


Abb. 6.4: Darstellung eines beispielhaften Messsignals der Windgeschwindigkeit an der Gebäudefassade

5. Positionierung des Windwächters am Gebäude

5.1 Art des Gebäudes

Aus dem Bauordnungsrecht, der Bauart eines Gebäudes bzw. der Nutzung eines Gebäudes als Wohn- oder Nichtwohngebäude leitet sich kein Erfordernis für den Einbau von Windüberwachungseinrichtungen in Verbindung mit Produkten, die unter die DIN EN 13561 sowie die DIN EN 13659 fallen, ab.

Herstellerseitig ist für o.g. Produkte im Rahmen der CE-Kennzeichnung der Windwiderstand als wesentliches Leistungsmerkmal erklärt.

Danach ergibt sich eine Bestimmung gemäß Einsatzzweck. Die bestimmungsgemäße Verwendung obliegt dem montierenden Fachbetrieb.

Der ordnungsgemäße Betrieb von o.g. Produkte unterliegt der Eigenverantwortung des Nutzers oder Betreibers.

5.2 Planung der Einbausituation

Es ist sicherzustellen, dass für die an einem Objekt montierten Abschlüsse und Markisen der vom Hersteller für ein Produkt deklarierte Windwiderstand bzw. die angegebene maximal zulässige Windgeschwindigkeit nicht überschritten wird. Dafür sind die tatsächlich am Bauwerk auftretenden Windgeschwindigkeiten bzw. Fassadenwinddrucke richtig zu erfassen. Grundsätzlich sind herstellerseitige Angaben und Empfehlungen zu berücksichtigen.

5.3 Planungsrelevante Randbedingungen

Bei der Planung der Windüberwachungseinrichtung, insbesondere der Positionierung des Windwächters, ist die konkrete bauliche Situation zu berücksichtigen. Am Gebäude selbst treten in Abhängigkeit der

- Geländebeschaffenheit bzw. geografischen Besonderheiten (z.B. Hanglage, offene See)
- Umgebungsbebauung (z.B. solitär oder geschlossene Bebauung)
- Gebäudeform
- Gebäudeabmessungen (Höhe, Breite, Länge)
- Ausrichtung zum Wind (windabgewandte oder windzugewandte Fassadenbereiche)

unterschiedliche aerodynamische Verhältnisse am Gebäude auf (siehe Kap. 4). Dies führt zu dementsprechend belasteten Fassaden bzw. Fassadenbereichen.

5.4 Positionierung

Ein Windwächter muss so positioniert werden, dass Windgeschwindigkeit und -richtung eindeutig erfasst werden können. Sobald die Grenzwindgeschwindigkeit erreicht ist, wird der Sonnenschutz in der entsprechenden Fassadenzone eingefahren. Eine Fassadenzone ist dadurch gekennzeichnet, dass dort ähnliche Windverhältnisse vorherrschen. Diese Fassadenzonen sind die Basis für die nachfolgend beschriebenen Steuerungskonzepte und müssen vorab festgelegt werden.

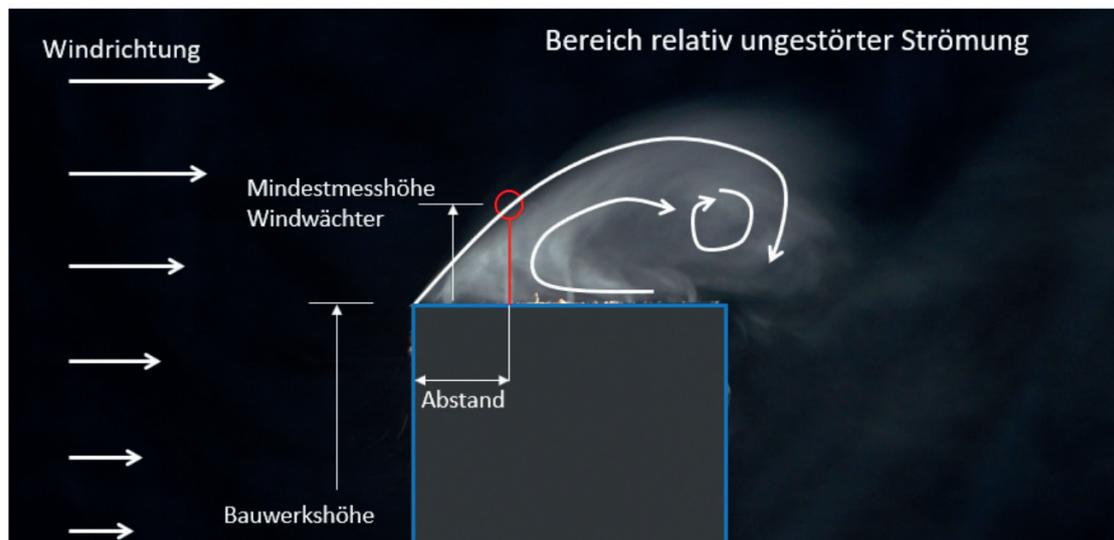
Grundsätzlich sind zwei Steuerungskonzepte für die Windüberwachung des Sonnenschutzes üblich:

Dezentrale Steuerung: In jeder festgelegten Fassadenzone werden ein oder ggf. auch mehrere Windwächter an der Fassade montiert. Sobald die Grenzgeschwindigkeit am Windwächter erreicht oder überschritten ist, wird der Sonnenschutz in der jeweiligen Fassadenzone eingefahren.

Zentrale Steuerung: Die Erfassung der Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen erfolgt nur über einen ggf. auch mehrere Windwächter auf der Dachfläche (keine Windwächter an der Fassade). Ausgehend von den Messwerten des zentralen Windwächters auf dem Dach wird durch sogenannte Übertragungsfaktoren die Windgeschwindigkeit in den unterschiedlichen Fassadenzonen windrichtungsabhängig errechnet. Sobald die errechnete Geschwindigkeit den Grenzwert erreicht oder überschreitet, wird der Sonnenschutz in der entsprechenden Fassadenzone eingefahren. Die Übertragungsfaktoren, welche in einer Übertragungsmatrix zusammengefasst sind, ersetzen somit die dezentralen Windwächter an den Fassadenflächen. Diese Steuerungsvariante ist nur durch Windkanaluntersuchungen umsetzbar. Für beide Steuerungskonzepte können anhand von (Windkanal-) Untersuchungen für die standortspezifischen Windverhältnisse die Fassadenzonen und die Platzierung der Windwächter bestmöglich festgelegt werden.

Hinweis: Zusätzlich können die windbedingten theoretischen Ausfallzeiten des Sonnenschutzes ermittelt werden, um bereits im Vorfeld mehr Planungssicherheit zu haben, welches Sonnenschutzprodukt in Bezug auf die Windstabilität gewählt werden sollte. Ein Sonnenschutzprodukt mit höherer Windwiderstandsklasse führt dabei zu geringeren Ausfallzeiten.

Um speziell die Problematik bei der Positionierung eines Dachwindwächters aufzuzeigen, ist in Abb. 6.5 nochmals die Überströmung eines Gebäudes veranschaulicht. Hieraus wird ersichtlich, welche Rolle der Abstand zur Gebäudekante und die Höhe bei der Wahl für den Standort des Dachwindwächters spielen. Ziel hierbei sollte immer sein, den Windwächter so zu platzieren, dass sich der Messfühler/Windsensor möglichst in der freien, ungestörten Windströmung befindet.



© Wacker Ingenieure – Wind Engineering

Abb. 6.5: Visualisierung der Gebäudeüberströmung im Windkanal mit erforderlicher Messhöhe eines Dachwindwächters

Grundsätzlich ist bei der Positionierung von allen Windwächtern auf folgende Punkte zu achten:

- Möglichkeit der freien Anströmung und Berücksichtigung von Windabschirmung durch bauliche Anlagen am Gebäude selbst oder durch Objekte in der Umgebung.
- Die höchsten Geschwindigkeiten und Turbulenzen treten an Gebäudeecken und Dachkanten auf.
- Bei der Auswahl der Position sollten jahreszeitliche Besonderheiten (z.B. Laub, Frost, Schneehöhe) berücksichtigt werden.

Herstellerseitige Empfehlungen zur Positionierung von Windwächtern sind zu beachten.

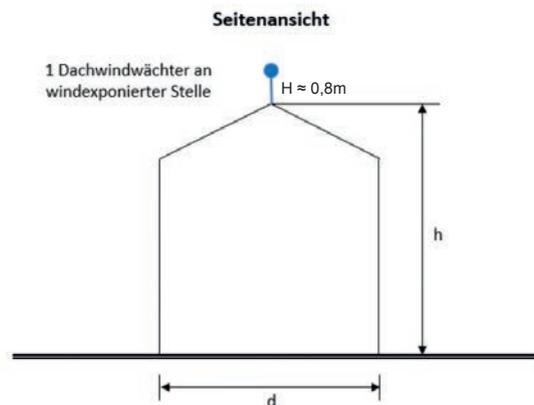
5.5 Fallbeispiele

Nachfolgend werden einige Fallbeispiele zusammengestellt. Die Beispiele 1 bis 4 stellen Standardfälle dar, für die hinsichtlich der optimalen Windwächterposition üblicherweise keine projektbezogenen Untersuchungen durchgeführt werden. Die dargestellten Windwächterpositionen haben lediglich orientierenden Charakter.

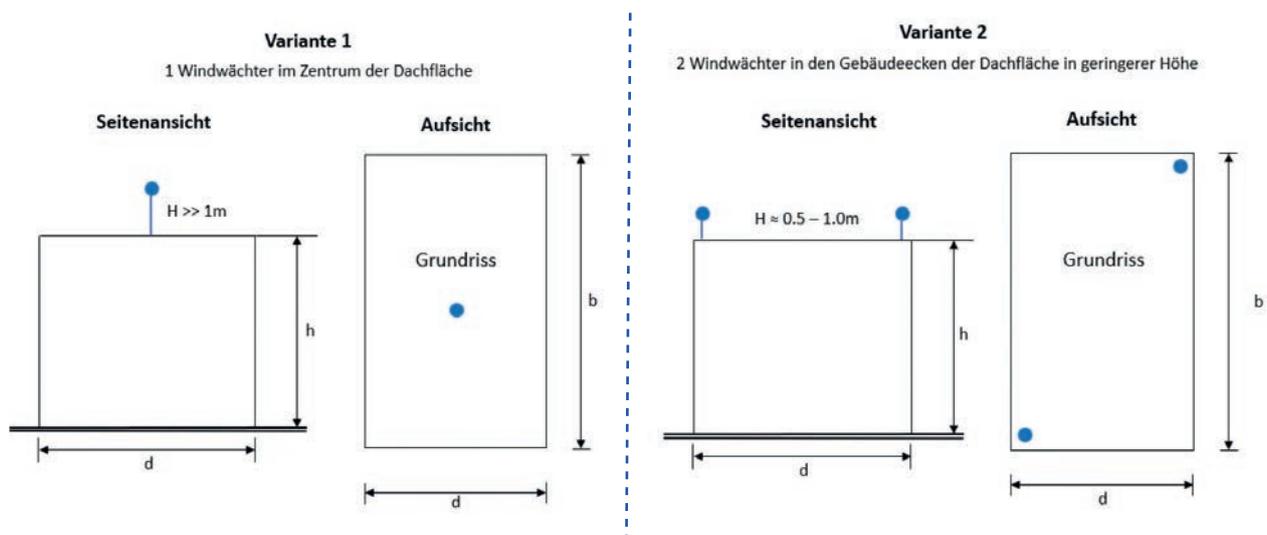
Beispiel 5 zeigt ein größeres, geometrisch komplexes Gebäude inmitten von engstehender Umgebungsbebauung. In diesem Fall wurden zur Optimierung der Windwächter (Anzahl und Lage) projektbezogene Strömungssimulationen im Windkanal durchgeführt.

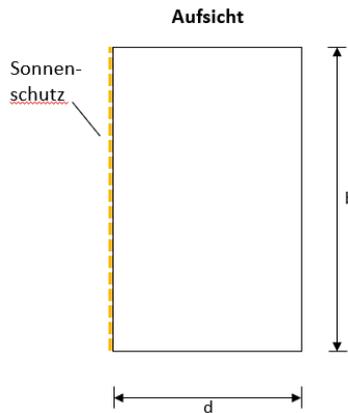
Bei Unsicherheiten im Einzelfall sind Expertisen von einem Windspezialisten einzuholen.

Beispiel 1: freistehendes Einfamilienhaus mit Satteldach



Beispiel 2: freistehendes Einfamilienhaus mit Flachdach

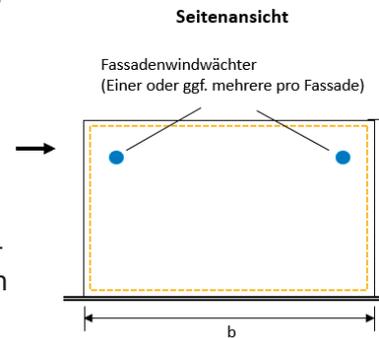


Beispiel 3: freistehendes, einfaches Gebäude; Sonnenschutz an nur 1 Fassade

Steuerung über Dachwindwächter wie in Bsp. 1 und 2 gezeigt ist auch hier sinnvoll.

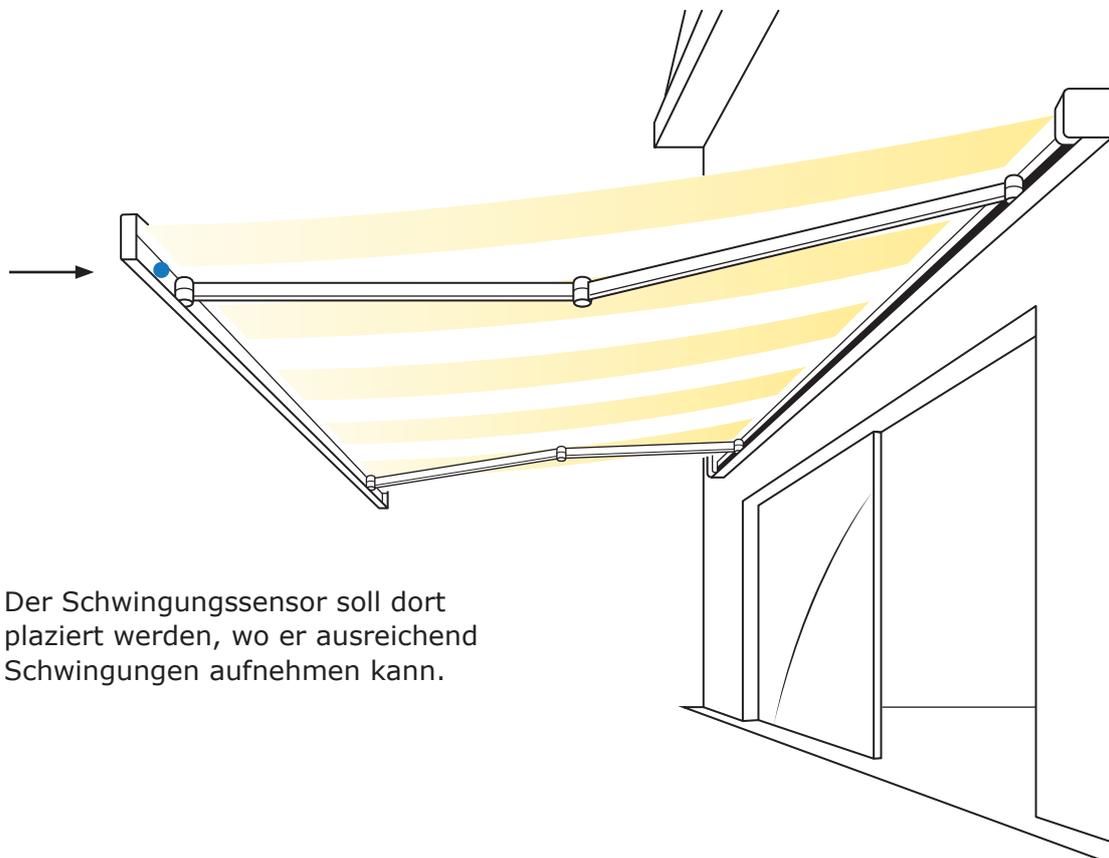
Wichtig: Windwächter müssen frei angeströmt werden können.

Alternativ (z.B. bei einer Nachrüstung des Sonnenschutzes) können auch direkt an der Fassade Windwächter angebracht werden.

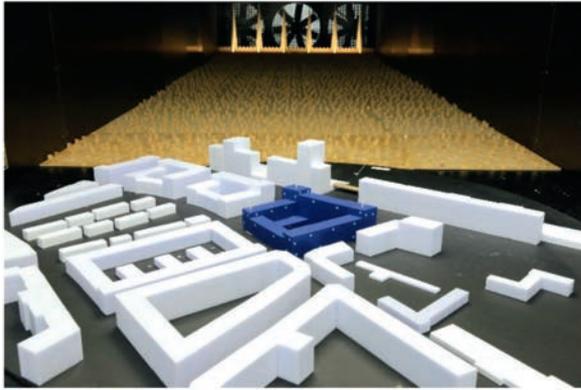
**Beispiel 4:** freistehendes, einfaches Gebäude: Gelenkarm-Markise

Die Steuerung über Dachwindwächter wie in den Bsp. 1 und 2 gezeigt, ist auch hier sinnvoll.

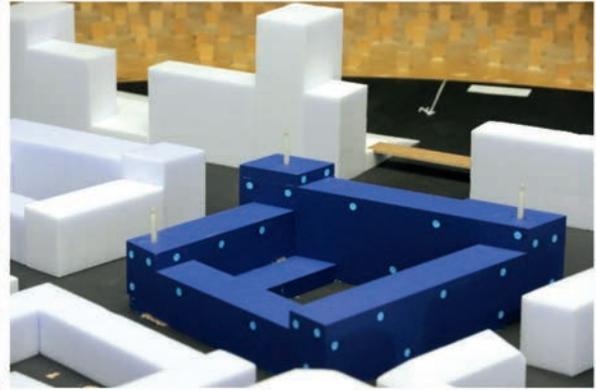
Hinweis: Direkt an der Fassade angebrachte Windwächter sind nicht empfehlenswert. Aufgrund der komplexen, uneinheitlichen Strömungsverhältnisse sind u.U. Schwingungssensoren empfehlenswert. (siehe Kap.2.3)



Der Schwingungssensor soll dort platziert werden, wo er ausreichend Schwingungen aufnehmen kann.

Beispiel 5: Gebäudekomplex in Innenstadtlage

© Wacker Ingenieure – Wind Engineering



© Wacker Ingenieure – Wind Engineering

- Gebäudekomplex in Innenstadtlage mit gleichhohen und höheren Nachbargebäuden
- Zentrale Steuerung über Dachwindwächter war nicht möglich, da kein ungestörtes Signal am Dachwindwächter wegen Beeinflussung durch Umgebung vorhanden war
- Lösung: dezentrale Steuerung mit mehreren Fassadenwindwächtern

Hinweis: Es wurden bei diesem Bauvorhaben insgesamt **16 Fassadenwindwächter** umgesetzt, die die Fassadenbereiche getrennt steuern (blaue Markierungen im Modell kennzeichnen die Messpositionen bei den Windkanalversuchen).

5.6 Montage des Windwächters

Abhängig vom Montageort und Montageuntergrund sind geeignete Hilfsmittel erforderlich (z.B. Winkel, Mast, Befestigungsmaterial oder Ähnliches).

Herstellerseitige Empfehlungen zur Montage von Windwächtern sind zu beachten.

6. Instandhaltung

6.1 Wartung/Pflege (Anleitungen)

Die Sensoren sind stets sauber und frei von Blättern, Schnee oder Sonstigem zu halten und sollten im Rahmen der Instandhaltung auf einwandfreie Funktion getestet werden.

6.2 Prüfvorgaben

Mit einem Akku-Laubbläser lässt sich die Funktion des Windwächters überprüfen.

Sicherheitshinweis: Für einen festen Sitz (Sicherung des Prüfenden) ist zu sorgen. Zusätzlich ist ein Mindestabstand von 1 Meter zum Windwächter zu empfehlen.

7. Einstellung der Steuerung

7.1 Priorisierung der Sensorik

Windwächter haben stets Vorrang vor anderen Sensoriken wie z.B. Sonne und Regen sowie der manuellen Bedienung.

7.2 Verzögerungszeiten

Eine Sicherheitsfahrt (Einfahrt) erfolgt sofort nach Auslösung. Um wiederholte windbedingte Sicherheitsfahrten in zu kurzen Zeitabständen zu verhindern, erfolgt eine verzögerte Ausfahrt. Die Zeitabstände betragen typischerweise zwischen 15 und 30 Minuten.

7.3 Anforderung an die Gebäudeautomation

Die Steuerung sollte in der Lage sein, mehrere Fassadenbereiche mit unterschiedlichen Windverhältnissen und somit mit unterschiedlichen Schwellenwerten verwalten zu können.

Hinweis: Die Wind-Warnfunktion hat stets Priorität in Bezug auf die Sonnenschutzsysteme.

7.4 Positionierung des Funk-Windwächters zum Funkempfänger (Aktor, Antrieb)

Höchste Prio: Exponierte Position des Windwächters zur Anlage bestimmen.

Zweite Prio: Funksignal zum Funkempfänger prüfen und bei Bedarf verstärken.

Es muss sichergestellt werden, dass die Kommunikation zwischen Sensor und Zentrale bzw. Produkt immer gewährleistet wird.

8. Zuständigkeiten

8.1 Inbetriebnahme (Grundeinstellung)

Windwächter müssen eine werkseitige Grundeinstellung haben, die vom Hersteller definiert und in der Montageanleitung beschrieben ist.

Hinweis: Eine Anpassung auf die für das Gebäude und Produkt passende Windgeschwindigkeit ist durch den jeweiligen Inbetriebnehmer durchzuführen.

8.2 Festlegung der Grenzwerte

Die Ermittlung des zulässigen Grenzwertes muss für die Einbauhöhe und Einbausituation durch den Planer/Fachpartner erfolgen. Es ist zu empfehlen, dass die Geräte die Windspitzen registrieren bzw. speichern, um bei Reklamationen die Daten auslesen zu können.

Hinweis: Beim Deutschen Wetterdienst findet man genaue Informationen (<https://www.dwd.de/>)

9. Fazit

Grundlegend ist darauf zu achten, dass die jeweilige Windbelastung an Gebäuden individuell betrachtet werden muss. Korrekturen werden beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Gegebenheiten und/oder der jeweiligen Lage des Grundstücks notwendig.

Es ist darauf zu achten, dass der Windwächter

- möglichst an der windbelasteten Stelle montiert wird
- möglichst vollkommen frei und nicht im Windschatten steht
- mindestens 0,5 bis 1 m von der Pultdachoberkante montiert wird.

Länderspezifische Vorgaben sind zu beachten!

Wichtig: Der Windwächter muss frei angeströmt werden können.

Der Windwächter ist so zu platzieren, dass sich der Messfühler/Windsensor in der freien, ungestörten Windströmung befindet.

Hinweis: Weitere Details können den Fallbeispielen in 5.5 übernommen werden.

Folgende Richtlinien und Empfehlungen sind über den **IVRSA e.V.** zu beziehen:

- Richtlinie Sicherheitshinweise in Montage- und Bedienungsanleitungen für Markisen
- Richtlinie zur technischen Beratung, zum Verkauf und zur Montage von Gelenkarmmarkisen
- Richtlinie zur Reinigung und Pflege von Markisentüchern
- Verbandsempfehlung zu Funk in der Gebäudeautomation
- Richtlinie zur Beurteilung der Produkteigenschaften von Raffstoren / Außenjalousien
- Richtlinie zur Beurteilung der Produkteigenschaften von Markisen
- Richtlinie: Lehrinhalte, Zertifikat, Bestellung und Bescheinigung zur Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten im Rollladen- und Sonnenschutztechniker-Handwerk
- Verbandsempfehlung Lastannahmen durch Wind-/Sogkräfte auf den Randbereich von Werbebannern, die bei der Konfektion zu berücksichtigen sind
- Sonnenschutz in Rettungswegen
- Verbandsempfehlung zur Bemessung von Fenstern mit Aufsatzrolllädenkästen
- Richtlinie Produkteigenschaften Insektenschutz
- Richtlinie zur Instandhaltung (Wartung) von Rollläden und Sonnenschutz-Produkten

In Zusammenarbeit mit:



Bundesverband
Rollladen + Sonnenschutz e.V.
Hopmannstraße 2, 53177 Bonn



Bundesverband
Sonnenschutztechnik Österreich e.V.
Canisiusweg 121, A-6020 Innsbruck



Wacker Ingenieure –
Wind Engineering
Gewerbestraße 2, 75217 Birkenfeld

© Das Copyright
liegt ausschließlich bei:



IVRSA e.V.
c/o ITRS e.V.
Heinrichstr. 79 • D-36037 Fulda
Telefon: 0661 901960-11
E-Mail: info@itrs-ev.com
Homepage: www.ivrsa.de

