



TR 106 Abschlüsse und Markisen - Windeinflüsse

Technische Richtlinie 106, herausgegeben vom Technischen Kompetenzzentrum
Bundesverband Rollläden + Sonnenschutz e.V.

Vollständige Fassung

Ermittlung der Windlasten - Einsatzempfehlungen

Ausgabe Juni 2014

Inhaltsverzeichnis

Anwendungshinweise	3	5 Einsatzempfehlungen.....	13
1 Vorwort.....	3	5.1 Rollläden und Fensterläden	13
2 Begriffsbestimmungen, Grundlagen.....	4	5.2 Außenjalousien/Raffstores	15
2.1 Eurocodes.....	4	5.3 Gelenkarmmarkisen	16
2.2 NDP.....	4	5.4 Markisen allgemein	17
2.3 Einbauhöhe Markisen/Abschlüsse	4	5.5 Markisen mit Seitensaumführung	17
2.4 Windzonen	4	5.6 Korbmarkisen.....	17
2.5 Geländekategorien.....	5	6 Lastannahmen für die Befestigung	18
2.6 Windstärke	6	6.1 Feste Bauteile	18
3 Ermittlung Geschwindigkeitsdruck.....	7	6.2 Einfahrbare Behänge	18
3.1 Vereinfachtes Verfahren	7	6.3 Beispiele	19
3.2 Detaillierte Verfahren.....	8	7 Literaturverzeichnis	21
4 Windlasten auf Bauteile	10	Schlusswort	21
4.1 Senkrechte Wände.....	10		
4.2 Dächer.....	11		
4.3 Vordächer.....	11		
4.4 Außenwandbekleidungen.....	12		
4.5 Berechnungsbeispiele.....	12		

Mit freundlicher Unterstützung durch:

Technischer Ausschuss, Bundesverband Rollläden + Sonnenschutz e.V. (BVRS), Bonn

Fachausschüsse Rollläden, Raffstore der Industrievereinigung Rollläden-Sonnenschutz-Automation (IVRSA) im Industrieverband Technische Textilien – Rollläden – Sonnenschutz e.V. (ITRS), Mönchengladbach

Fördermitglieder des BVRS (Industrie)

Vorhergehende Ausgaben:

Technische Richtlinie, Blatt 6.1, Juni 2006

Technische Richtlinie, Blatt 6.2, 2006
Auszug für Raffstores

Anwendungshinweise

Diese Technische Richtlinie steht jedermann zur Anwendung frei. Durch das Anwenden dieser Richtlinie entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln. Jegliche Haftung des Herausgebers ist ausgeschlossen. Bitte beachten Sie auch das Schlußwort.

Die Inhalte dieser Richtlinie sind urheberrechtlich geschützt. Auch eine auszugsweise Wiedergabe ist nur mit Quellenangabe zulässig.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Der Herausgeber behält sich insofern sämtliche in Betracht kommenden Ansprüche insbesondere auf Unterlassung und Schadenersatz ausdrücklich vor.

Die Verbreitung dieser Richtlinie erfolgt vorzugsweise in elektronischer Form. Eine Druckfassung kann auf Anfrage gegen Kostenerstattung zur Verfügung gestellt werden.

Das Einräumen eines Zugangs für Dritte zu den Dokumenten sowie deren Einstellen in das Internet und/oder in lokale Intranetsysteme (z.B. Kundendatenbanken) sind stets widerruflich zugelassen. Dabei ist jegliche Umgestaltung der Dokumente unzulässig.

Der Nutzer ist verpflichtet, die Zugriffsmöglichkeiten nicht missbräuchlich zu nutzen und den anerkannten Grundsätzen zum Schutz der Datensicherheit Rechnung zu tragen; er wird ferner aufgefordert, dem Herausgeber Hinweise auf eine missbräuchliche Nutzung unverzüglich anzuzeigen.

1 Vorwort

Auf Grundlage der Bauproduktenverordnung müssen die in DIN EN 13561 [1] und DIN EN 13659 [2] aufgeführten Produkte mit einer CE-Kennzeichnung versehen werden. Gemäß Anhang ZA dieser Produktnormen ist für das jeweilige Produkt als wesentliche Eigenschaft der Windwiderstand zu deklarieren.

Mit der kommenden Neufassung¹⁾ der Normen wird nicht mehr wie bisher nur die Windwiderstandsklasse im ausgefahrenen Zustand gefordert, sondern auch die Angabe des Windwiderstandes für die nicht einfahrbaren Teile. Als Mindestwert sind in den Normen 800 N/m² vorgesehen.

Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) kann im Einvernehmen mit der Obersten Bauaufsichtsbehörde in der Bauregelliste B 1 [3] festlegen, welche Leistungsstufen oder -klassen nach Art. 27 Bauproduktenverordnung oder nach Vorschriften zur Umsetzung der Richtlinien der Europäischen Union Bauprodukte nach Absatz 1 Nr. 2 erfüllen müssen. Für Abschlüsse und Markisen sind keine Leistungsstufen oder -klassen festgelegt.

Diese Richtlinie enthält Empfehlungen für die Auswahl der Windwiderstandsklasse.

Für die Bemessung der nicht einfahrbaren Teile von Abschlüssen und Markisen sowie deren Befestigung beschreibt diese Richtlinie die Verfahren zur Ermittlung der an Gebäuden auftretenden Windlasten.

Für die Anwendung in der täglichen Baupraxis steht unter der Bezeichnung TR 106a eine Kurzfassung dieser Richtlinie zur Verfügung.

¹⁾ Die einschlägigen Produktnormen sind zum Herausgabedatum dieser Richtlinie noch nicht in der Neufassung herausgegeben und daher noch nicht anwendbar!

2 Begriffsbestimmungen, Grundlagen 2.3 Einbauhöhe Markisen/Abschlüsse

2.1 Eurocodes

Als Eurocode bezeichnet man ein technisches Regelwerk für die Bemessung von Tragwerken. Damit wurden europaweit einheitliche Festlegungen zur Erfüllung der wesentlichen Eigenschaften nach der Bauproduktenrichtlinie und anderer Richtlinien und Verordnungen der EU-Kommission geschaffen.

Der Eurocode 1 bzw. die Normenreihe EN 1991 behandelt die Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-4 ist maßgebend für die Windeinwirkungen.

Als DIN EN 1991-1-4 [4] einschließlich des nationalen Anhangs NA [5] ist diese Norm in Deutschland **bauaufsichtlich eingeführt** und ersetzt DIN 1055-4.

Die Norm ist auch auf Abschlüsse und Markisen anzuwenden, wie aus dem Anwendungsbereich hervorgeht: *EN 1991-1-4 liefert Regeln zur Bestimmung der Einwirkungen aus natürlichem Wind auf für die Bemessung von Gebäuden und ingenieurtechnischen Anlagen betrachteten Lasteinzugsflächen. Damit werden ganze Tragwerke oder Teile davon oder Bauelemente, die mit dem Tragwerk verbunden sind, erfasst, z. B. Komponenten, Fassadenteile und deren Verankerungen, Anprallschutz- und Lärmschutzwände.*

2.2 NDP

Die Europäische Norm EN 1991-1-4 räumt die Möglichkeit ein, in einem nationalen Anhang (NA) eine Reihe von sicherheitsrelevanten Parametern festzulegen. Diese national festzulegenden Parameter (englisch: Nationally Determined Parameters, NDP) umfassen alternative Nachweisverfahren und Angaben einzelner Werte.

Die Einbauhöhe der Markisen und Abschlüsse ist hier definiert als Differenzhöhe zwischen Geländeoberkante und der Oberkante des Schutzdaches bzw. des Kastens oder der Gebäudeöffnung.

2.4 Windzonen

Deutschland ist in vier verschiedene Windzonen (WZ) unterteilt. Die Einteilung erfolgt nach dem Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit $v_{b,0}$, also der mittleren 10-minütigen Windgeschwindigkeit mit einer jährlichen Auftretungswahrscheinlichkeit von 2 % unabhängig von der Windrichtung.



Bild 1: Windzonen nach DIN EN 1991-1-4/NA, Anhang NA.A

Im Wesentlichen befindet sich die Windzone 1 im mittleren und südlichen Bereich Deutschlands, die Windzone 2 im mittleren Bereich, die Zone 3 im Norden Deutschlands und an der Ostseeküste und die Zone 4 im Küstenbereich und den Inseln der Nord- und Ostsee. Neben der Basiswindgeschwindigkeit sind die Geschwindigkeitsdrücke $q_{b,0}$ angegeben, die aus dem Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit resultieren (s. nachstehende Tabelle). Eine Berechnung dieser Geschwindigkeitsdrücke (s. a. Abschnitt 3) ist deshalb nicht erforderlich.

Windzone	$V_{b,0}$ [m/s]	$q_{b,0}$ kN/m ²
WZ 1	22,5	0,32
WZ 2	25,0	0,39
WZ 3	27,5	0,47
WZ 4	30,0	0,56

Tabelle 1: Windzonen, Basiswindgeschwindigkeiten und zugeordnete Geschwindigkeitsdrücke

Karte 1 dient der groben Übersicht, detaillierte Angaben, vor allem für den Grenzbereich der einzelnen Zonen, sind unter www.dibt.de als Excel-Tabelle zu finden.

5 Nordrhein-Westfalen			
5.1	Münster		
5.1.1	Kreis Recklinghausen	Windzone 1	Städte Bottrop, Gelsenkirchen, Gemeinde Gladbeck
		Windzone 2	alle Gemeinden, soweit nicht in Windzone 1
5.1.2	Kreise Steinfurt, Borken, Coesfeld, Warendorf, kreisfreie Stadt Münster	Windzone 2	alle Gemeinden
5.2	Düsseldorf		
5.2.1	Kreis Mettmann, kreisfreie Städte Oberhausen, Duisburg, Essen, Mülheim, Düsseldorf, Solingen, Wuppertal, Remscheid	Windzone 1	alle Gemeinden
5.2.2	Kreise Kleve, Wesel, Viersen, Neuss, kreisfreie Städte Krefeld, Mönchengladbach	Windzone 2	alle Gemeinden
5.3	Detmold		
5.3.1	Kreise Herford, Lippe, Paderborn, Höxter, kreisfreie Stadt Bielefeld	Windzone 1	alle Gemeinden
5.3.2	Kreis Gütersloh	Windzone 1	alle Gemeinden, soweit nicht in Windzone 2
		Windzone 2	die Gemeinden Versmold, Harsewinkel, Gütersloh, Verl, Rheda-Wiedenbrück, Rietberg, Lennep
5.3.3	Kreis Minden-Lübbecke	Windzone 2	alle Gemeinden
5.4	Arnsberg	Windzone 1	alle Gemeinden außer Hamm in Windzone 2
5.5	Köln	Windzone 1	alle rechtsrheinischen Gemeinden sowie die Stadt Köln
		Windzone 2	alle Gemeinden, soweit nicht in Windzone 1

Das Mischprofil Binnenland beschreibt die Verhältnisse in einem Übergangsbereich zwischen der Geländekategorie II und III.

Der Topographieeinfluss kann in der Regel unberücksichtigt bleiben, da dieser nur bei „isoliert“ liegenden Geländeerhebungen über 5 % Steigung Auswirkung zeigt.

◀ Tabelle 2: Beispiel Windzonen-Einteilung für Nordrhein-Westfalen
Quelle: DIBt

2.5 Geländekategorien

Die „Bodenrauigkeit“ sowie die Topographie in der Umgebung des Bauwerksstandorts beeinflusst die Windgeschwindigkeit und damit auch den Geschwindigkeitsdruck.

Für baupraktische Zwecke ist es sinnvoll, die weite Spanne von in der Natur vorkommenden Bodenrauigkeiten in Geländekategorien zusammenzufassen. Es gibt entweder vier Geländekategorien nach Tabelle 3 (NA.B.1 aus DIN EN 1991-1-4/NA) oder zwei Mischprofile und Inseln der Nordsee (vereinfachte Verfahren).

Das Mischprofil Küste beschreibt die Verhältnisse in einem Übergangsbereich zwischen der Geländekategorie I und II.

Die Werte gelten für küstennahe Gebiete in einem Streifen entlang der Küste mit 5 km Breite landeinwärts sowie auf den Inseln der Ostsee.

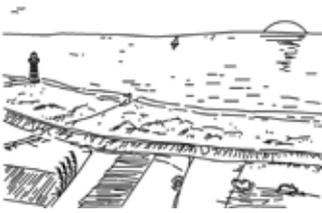
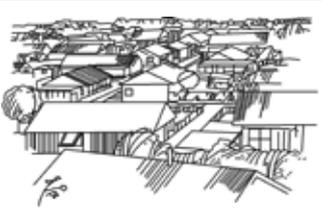
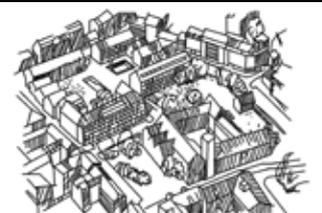
<p>Geländekategorie I</p> <p>Offene See Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung glattes, flaches Land ohne Hindernisse</p>	
<p>Geländekategorie II</p> <p>Gelände mit Hecken, einzelnen Gehöften, Häusern oder Bäumen, z. B. landwirtschaftliches Gebiet</p>	
<p>Geländekategorie III</p> <p>Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder</p>	
<p>Geländekategorie IV</p> <p>Stadtgebiete, bei denen mindestens 15 % der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet</p>	

Tabelle 3: Geländekategorien nach DIN EN 1991-1-4/NA

2.6 Windstärke

Die Windgeschwindigkeit wird üblicherweise in m/s oder Knoten (Luft- und Seefahrt) angegeben. Da eine solche Angabe nur durch Messung ermittelt werden kann, wird gerne auf die Beaufort-Skala zurückgegriffen, die auch in der Meteorologie und der Seefahrt verwendet wird und zur Klassifikation von Winden nach ihrer Geschwindigkeit dient. Benannt ist sie nach Sir Francis Beaufort, der sie um 1830 als Hydrograf der englischen Admiralität eingeführt hat.

Die weiterentwickelte heute zur Anwendung kommende Beaufortskala enthält neben der Zuordnung der Windstärke (Beaufortgrad bft) zur Windgeschwindigkeit, einer

Bezeichnung auch eine Beschreibung nach phänomenologischen Kriterien wie Seegang, Wirkung an Land sowie der Wirkung auf dem Meer.

Beaufort	Bezeichnung	Mittlere Windgeschwindigkeit *)		Beispiele für die Auswirkungen des Windes im Binnenland
		m/s	km/h	
0	Windstille	0 - 0,2	< 1	Rauch steigt senkrecht auf
1	leiser Zug	0,3 - 1,4	1 - 5	Windrichtung angezeigt durch den Zug des Rauches
2	leichte Brise	1,5 - 3,4	6 - 12	Wind im Gesicht spürbar, Blätter und Windfahnen bewegen sich
3	schwache Brise schwacher Wind	3,5 - 5,4	13 - 19	Wind bewegt dünne Zweige und streckt Wimpel
4	mäßige Brise mäßiger Wind	5,5 - 7,4	20 - 27	Wind bewegt Zweige und dünnere Äste, hebt Staub und loses Papier
5	frische Brise frischer Wind	7,5 - 10,4	28 - 37	kleine Laubbäume beginnen zu schwanken, Schaumkronen bilden sich auf Seen
6	starker Wind	10,5 - 13,4	38 - 48	starke Äste schwanken, Regenschirme sind nur schwer zu halten, Telegrafleitungen pfeifen im Wind
7	steifer Wind	13,5 - 17,4	49 - 62	fühlbare Hemmungen beim Gehen gegen den Wind, ganze Bäume bewegen sich
8	stürmischer Wind	17,5 - 20,4	63 - 73	Zweige brechen von Bäumen, erschwert erheblich das Gehen im Freien
9	Sturm	20,5 - 24,4	74 - 87	Äste brechen von Bäumen, kleinere Schäden an Häusern (Dachziegel oder Rauchhauben abgehoben)
10	schwerer Sturm	24,5 - 28,4	88 - 102	Wind bricht Bäume, größere Schäden an Häusern
11	orkanartiger Sturm	28,5 - 32,4	103 - 117	Wind entwurzelt Bäume, verbreitet Sturmschäden
12	Orkan	≥ 32,5	≥ 118	schwere Verwüstungen

*) gemessen in 10 m Höhe über freiem Gelände

Tabelle 4 Beaufort-Skala; Quelle: DWD, Offenbach

3 Ermittlung Geschwindigkeitsdruck

Der Wind übt auf Hindernisse einen von der Windgeschwindigkeit v abhängigen Druck aus, dieser wird deshalb auch Geschwindigkeitsdruck genannt. Die Grundformel für den Geschwindigkeitsdruck lautet:

$$q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

Mit ρ (rho) wird die Dichte der Luft bezeichnet, nach DIN EN 1991-1-4 ist hier 1,25 kg/m³ zu verwenden.

Der durch die Windgeschwindigkeit hervorgerufene Winddruck auf Bauteile ist abhängig von der Windzone, der Geländekategorie und der Wirk- bzw. Einbauhöhe der Produkte. Die Ermittlung erfolgt nach den Regeln von DIN EN 1991-1-4/NA.

Anmerkung: Die nachfolgend aufgeführten Berechnungsverfahren gelten für einen Bauwerksstandort bis zu einer Meereshöhe von 800 m über NN. Bis zu einer Meereshöhe von 1100 m über NN gibt es einen Erhöhungsfaktor, darüber hinaus sind besondere Überlegungen erforderlich. Sowohl auf den Erhöhungsfaktor als auch auf die besonderen Überlegungen soll in dieser Richtlinie nicht näher eingegangen werden

Der ermittelte Winddruck darf nicht mit der Windlast auf einzelne Bauteile verwechselt werden, welche von den aerodynamischen Verhältnissen am Bauwerk abhängig ist (s. Abschnitt 4).

Zur Bestimmung der Windlasten auf Bauteile wird in der Regel der Böengeschwindigkeitsdruck verwendet. Der normative Anhang NA.B enthält verschiedene Verfahren zur Berechnung bzw. Bestimmung.

3.1 Vereinfachtes Verfahren

Das vereinfachte Verfahren ist eine Tabellenanwendung und kann für Bauwerke bis 25 m Höhe angewendet werden. Dabei werden die Mischprofile der Geländekategorien in Abhängigkeit von der Windzone angewendet. Mit den gewonnenen Werte für die Böengeschwindigkeitsdrücke ist man stets auf der sicheren Seite, diese sind also jeweils höher als bei einer detaillierten Betrachtung. Sie gelten über die gesamte Gebäudehöhe.

Die Werte für „Küste“ gelten für einen Streifen von 5 km Breite entlang der Küste.

Windzone	Geländekategorie (vereinfacht bzw. Mischprofile)	Geschwindigkeitdruck q_p in kN/m ² bei einer Gebäudehöhe h in den Grenzen von		
		$h \leq 10$ m	$10\text{m} < h \leq 18$ m	$18\text{m} < h \leq 25$ m
1	Binnenland	0,50	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,80	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,00	1,10
3	Binnenland	0,80	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	-	-

Tabelle 5: Geschwindigkeitsdrücke nach DIN EN 1991-1-4/NA.B.3

Das vereinfachte Verfahren ist dann zu bevorzugen, wenn die genauen Einbaubedingungen noch nicht bekannt sind oder der Einbauort sich am Übergang von Geländekategorien befindet, wie z. B. am Ortsrand.

Auf den Inseln der Nordsee ist das vereinfachte Verfahren nur bis zu einer Gebäudehöhe von 10 m zugelassen.

3.2 Detaillierte Verfahren

Bei den detaillierten Verfahren kann immer ein höhenabhängiges Geschwindigkeitsprofil mit zugehörigem Geschwindigkeitsdruck berechnet werden.

DIN EN 1991-1-4/NA enthält hierfür zwei Möglichkeiten, zum einen mit Berücksichtigung der 4 Geländekategorien, zum anderen unter Verwendung der Mischprofile.

Gemäß NA.B.3.1 der Norm sollte das Verfahren mit den Mischprofilen im Regelfall angewendet werden; dies führt jedoch zu höheren Böengeschwindigkeitsdrücken, insbesondere wenn eigentlich die Geländekategorie IV vorliegen würde. Die Werte sind in Tabelle 6 enthalten. Auf eine Berechnung der Werte für die Windzonen 1, 2, und 3 (Inseln Nordsee) bzw. 1 (Küste) wurde verzichtet, da dies nicht zutreffend ist. Die Inseln der Ostsee zählen zur Küste.

Winddruck in kN/m ² bei	Einbauhöhe (m) Windzone	6				12			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Geländekategorie (Mischprofile)	Inseln Nordsee	entfällt	entfällt	entfällt	1,361	entfällt	entfällt	entfällt	1,553
	Küste	entfällt	0,781	0,942	1,122	entfällt	0,942	1,136	1,353
	Binnenland	0,480	0,585	0,705	0,840	0,582	0,709	0,855	1,018

Tabelle 6: Berechnete Werte nach NA.B.3.3 mit den dort vorgesehenen Regelprofilen (Mischprofile)

Winddruck in kN/m ² bei	Einbauhöhe (m) Windzone	6				12			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Geländekategorie nach Tabelle NA.B.1 für ebenes Gelände	I	0,755	0,920	1,109	1,321	0,861	1,050	1,265	1,507
	II	0,594	0,725	0,873	1,040	0,702	0,856	1,031	1,229
	III	0,480	0,585	0,705	0,840	0,542	0,660	0,796	0,948
	IV	0,416	0,507	0,611	0,728	0,416	0,507	0,611	0,728

Tabelle 7: Berechnete Werte nach NA.B.3.3 Tabelle B.2 im ebenen Gelände für 4 Geländekategorien

In Tabelle 7 sind die berechneten Böengeschwindigkeitsdrücke für ausgewählte Einbauhöhen mit den 4 Geländekategorien zum Vergleich aufgeführt.

Die Werte gelten für ebenes Gelände, dies entspricht einer Steigung von max. 5 %.

Es empfiehlt sich immer, die genauen Randbedingungen festzustellen, um günstige Werte zu erhalten. Nur im Zweifelsfall sollte eine vereinfachte Methode angewendet werden.

Hinweis: Die im informativen Anhang B der DIN EN 13659 enthaltene Berechnungsmöglichkeit für den Böengeschwindigkeitsdruck entspricht zwar der aktuellen DIN EN 1991-1-4, jedoch nicht dem nationalen Anhang NA und ist daher in Deutschland **bauaufsichtlich ausgeschlossen**.

Der dort angegebene c_p -Wert (Näheres Abschnitt 4) für geschlossene Abschlüsse kann jedoch auf jeden Fall verwendet werden.

25				50				100			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
entfällt	entfällt	entfällt	1,785	entfällt	entfällt	entfällt	2,037	entfällt	entfällt	entfällt	2,323
entfällt	1,149	1,384	1,650	entfällt	1,385	1,669	1,989	entfällt	1,571	1,893	2,255
0,764	0,931	1,121	1,336	0,764	0,931	1,121	1,336	1,168	1,423	1,715	2,044

Fortsetzung Tabelle 6

25				50				100			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0,990	1,207	1,454	1,733	1,130	1,377	1,659	1,977	1,289	1,571	1,893	2,255
0,837	1,020	1,230	1,465	0,989	1,205	1,452	1,173	1,168	1,423	1,715	2,044
0,680	0,829	0,999	1,190	0,843	1,028	1,239	1,476	1,045	1,274	1,535	1,829
0,508	0,619	0,746	0,889	0,670	0,817	0,984	1,173	0,884	1,078	1,299	1,547

Fortsetzung Tabelle 7

4 Windlasten auf Bauteile

Die Windlast auf bestimmte Abschnitte eines Bauwerks bzw. einzelne Bauteile wird durch den Druckbeiwert c_p bestimmt. Dieser ist in der Regel den einschlägigen Normen zu entnehmen. Dies wird so gehandhabt, dass der nach Abschnitt 3 ermittelte Geschwindigkeitsdruck mit dem c_p -Wert multipliziert wird, negative Vorzeichen bedeuten eine Sogbelastung.

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. Ist das Gebäude aber z. B. nur leeseitig durchlässig, zu entsteht ein negativer Innendruck, der den c_p -Wert erhöht. Bei üblichen Gebäuden ist in der Regel die Außenwand undurchlässig, Fenster und Türen sind für die Bemessung als geschlossen zu betrachten; es gibt also keinen Innendruck.

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.

Die nach DIN EN 1991-1-4 mit Einbeziehung des NA berechneten Windlasten gelten für Bauteile, die direkt an der Außenfläche angebracht sind. Bei vorstehenden oder mit Abstand montierten Produkten können durch Auf- oder Abwinde erhebliche Kräfte auftreten. Eine Einschätzung dieser Kräfte kann mit dem Anhang NA.V (Vordächer) vorgenommen werden, Näheres im Abschnitt 4.3.

Bei Dachüberständen entspricht der Druck auf der Unterseite dem der angrenzenden Wand, auf der Oberseite dem der angrenzenden Dachfläche.

Die Außendruckbeiwerte c_{pe} für Bauwerke und Gebäudeabschnitte hängen von der Größe der Lasteinflussfläche A ab. Sie werden in den für die entsprechende Gebäudeform maßgebenden Tabellen für Lasteinflussflächen von 1 m^2 und von 10 m^2 als $c_{pe,1}$ bzw. $c_{pe,10}$ angegeben. Zwischenwerte können nach einem in der Norm angegebenen Verfahren logarithmisch interpoliert werden.

Zur Bestimmung der Windlast werden die Werte aus 3.1 bzw. 3.2 für den Böengeschwindigkeitsdruck mit dem jeweiligen c_p -Wert multipliziert.

4.1 Senkrechte Wände

In Abhängigkeit von der Anströmrichtung können sowohl Druck- als auch Sogkräfte auftreten.

Auf der dem Wind zugewandten Seite (Luv-seitig) treten c_p -Werte von bis zu $+1,0$ auf. Der c_p -Wert auf der abgewandten Seite (Lee) ist im Mittel $-0,5$, an den Seitenflächen treten im vorderen Wandbereich bei sehr hohen Gebäuden bis zu $-1,7$ auf. Zur Vereinfachung der Bemessung von Bauteilen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass mit Ausnahme der Gebäudeecken und sehr hoher Gebäude der c_p -Wert $\pm 1,0$ nicht überschreitet.

Demzufolge kann für die Bemessung der Befestigung von feststehenden Bauteilen, die nur unwesentlich über die Außenfläche des Bauwerks vorstehen, der Böengeschwindigkeitsdruck nach 3.1 bzw. 3.2 ohne Zu- oder Abschlüsse verwendet werden.

4.2 Dächer

Die c_p -Werte sind stark abhängig von der Dachneigung. Abminderungen durch dahinter liegende Wände treten in der Regel nicht auf, so dass die volle Windlast angesetzt werden muss.

Bei geringen Dachneigungen treten vor allem im Randbereich an den Gebäudeecken Spitzenwerte für den Sog auf, die bei Pultdächern an der hohen Traufe, z. B. an freistehenden Wintergärten, bei ungünstiger Anströmung mit geringen Lasteinflussflächen das 2,9-fache des Geschwindigkeitsdruckes erreichen können.

In der Regel kommen auf Dächern R+S-Produkte zur Anwendung, deren nicht einfahrbare Teile (Kästen und Abdeckungen) sich über die gesamte Breite erstrecken. Die Lastspitzen an den Ecken werden durch die Steifigkeit der Verkleidungen auf die gesamte Breite abgetragen, so dass die anzusetzenden c_p -Werte niedriger sind. Bei Produkten, die mit Abstand zur Dachfläche montiert sind („aufgeständert“), können vor allem bei größeren Abständen andere Druckverhältnisse herrschen als direkt auf der Dachfläche. Bei exponierten Lagen empfiehlt es sich, hier genauere Untersuchungen vorzunehmen.

Bei einer Montage auf der Dachfläche kann im Allgemeinen von $c_p = -0,9$ ausgegangen werden, sofern wesentliche Teile nicht randnah angebracht sind. Bei größeren Dachneigungen kann u. U. auch ein positiver Druck mit $c_{p,max} = +0,7$ auftreten.

Bei randnaher Montage sind c_p -Werte von $-1,5$ bis $+0,7$ anzusetzen.

4.3 Vordächer

Schutzblenden von Markisen o. ä. sind wie Vordächer zu behandeln, dazu enthält der nationale Anhang zur DIN EN 1991-1-4 den normativen Anhang NA.V. Je nach Anströmung kann sowohl eine Aufwärts- als auch eine Abwärtslast (positiver c_p -Wert) auftreten. Bei der Dimensionierung sind beide Lasten zu berücksichtigen.

Folgende c_p -Werte können angesetzt werden:

- ▶ Eingeschossige Gebäude mit Flachdach: $+0,3$ bzw. $-1,3$
- ▶ Eingeschossige Gebäude mit Satteldach: $+0,5$ bzw. $-0,5$
- ▶ Mehr als 10 Geschosse, Anbringung im EG: $+0,9$ bzw. $-0,5$
- ▶ Mehr als 10 Geschosse, Anbringung ganz oben: $+0,3$ bzw. $-1,9$

Obwohl Korbmarkisen vom Geltungsbereich der DIN EN 13561 erfasst sind, enthält die Norm keine Angaben zum Windwiderstand, insbesondere für feststehende Produkte. Es wird auf einschlägige Berechnungsmethoden verwiesen, wie z. B. die Eurocodes. Eine Berechnung der Last auf feststehende Korbmarkisen kann übersichtsweise mit den Angaben in diesem Abschnitt erfolgen, bei hoher Abwärtslast (z. B. bei hohen Gebäuden) sind zusätzlich noch aerodynamische Betrachtungen vorzunehmen.

Dies kann z. B. durch die Ermittlung von Kraftbeiwerten c_f geschehen, die bei den üblicherweise schrägen bzw. abgerundeten Korbformen in der Regel wesentlich kleiner als 1 sein können, also die Belastung signifikant vermindern.

4.4 Außenwandbekleidungen

Vor der Fassade angebrachte luftdurchlässige und großflächige Bauteile können unter gewissen Voraussetzungen wie Außenwandbekleidungen betrachtet werden.

Dazu zählen insbesondere Dreh- und Schiebeläden im geöffneten Zustand. Bei den für diese Produkte üblichen geringen Abständen von max. 40 mm kann in Anlehnung an die NDP zu 7.2.10 ein c_p -Wert von 0,5 zugrunde gelegt werden. Durch die Durchlässigkeit der Bauteile bzw. Umströmung baut sich dahinter ein Gegendruck bzw. Sog auf und vermindert damit den c_p -Wert.

Die Werte gelten nicht im Randbereich, da hier durch die erhöhte Abströmung der Gegendruck oder Sog geringer ist. Der c_p -Wert kann dann höhere Werte erreichen, Abhilfe schafft ein seitliches Windschott.

Bei größeren Abständen (bis ca. 2 m) kann in Anlehnung an die Bemessungsregeln für Geländer ein Druckbeiwert $c_p = 0,8$ sowohl bei Wind in Richtung des Gebäudes als auch bei entgegengesetzter Windrichtung angesetzt werden.

4.5 Berechnungsbeispiele

4.5.1 Rollladen auf die Fassade montiert

Einbausituation:

Gebäude im Binnenland bzw. Geländekategorie IV, Windzone 2, Einbau im EG (ca. 2,5 m über Grund), Rollladen 1,70 m breit, Kasten 0,18 m hoch.

Vereinfachtes Verfahren nach 3.1:

- ▶ Winddruck $q_p = 0,65 \text{ kN/m}^2$
- ▶ c_p ist $\pm 1,0$ nach Abschnitt 4.1
- ▶ der Rollladenkasten hat eine Fläche von $0,305 \text{ m}^2$

mit der Windlast (Sog) multipliziert ergibt sich eine Sogbelastung von **0,198 kN**, die von der Befestigung aufgenommen werden muss.

Detailliertes Verfahren nach 3.2 mit Mischprofil

- ▶ Winddruck $q_p = 0,585 \text{ kN/m}^2$,
 - ▶ c_p ist $\pm 1,0$ nach Abschnitt 4.1
 - ▶ der Rollladenkasten hat eine Fläche von $0,305 \text{ m}^2$
- mit der Windlast (Sog) multipliziert ergibt sich eine Sogbelastung von **0,178 kN**, die von der Befestigung aufgenommen werden muss.

Detailliertes Verfahren nach 3.2:

- ▶ Winddruck $q_p = 0,507 \text{ kN/m}^2$
 - ▶ c_p ist $\pm 1,0$ nach Abschnitt 4.1
 - ▶ der Rollladenkasten hat eine Fläche von $0,305 \text{ m}^2$
- mit der Windlast (Sog) multipliziert ergibt sich eine Sogbelastung von **0,154 kN**, die von der Befestigung aufgenommen werden muss.

4.5.2 Markisenschutzdach

Einbausituation:

Lage wie bei 4.5.1, eingeschossiges Gebäude mit Flachdach, Markisenbreite 6 m, Ausladung Schutzdach 0,3 m.

Nach Abschnitt 4.3 ergibt sich ein c_p von -1,3, mit einer Wirkfläche von $1,8 \text{ m}^2$ ergeben sich je nach Berechnungsverfahren Windlasten von 1,27 kN, 1,05 kN bzw. 0,912 kN; jeweils als Sog nach oben.

5 Einsatzempfehlungen

Nicht alle Abschlüsse und Markisen können im ausgefahrenen Zustand jeder am Gebäude auftretenden Windlast widerstehen. Dieser Abschnitt enthält Empfehlungen, welche Windklasse zu verwenden ist bzw. wann (bei welcher Windgeschwindigkeit) windempfindliche Produkte eingefahren werden sollten.

5.1 Rollläden und Fensterläden

Bei diesen Produkten wird davon ausgegangen, dass sie so stabil gewählt werden, dass sie den zu erwartenden Windlasten standhalten.

Allerdings lässt DIN EN 13659, nach der Abschlüsse klassifiziert werden müssen, keine Korrelation der Klassen zu den Windgeschwindigkeiten zu.

Im informativen Anhang B ist jedoch ein c_p -Wert in Höhe von 0,18 für geschlossene Abschlüsse angegeben, mit dem die Windlasten berechnet und eine Klassenzuordnung vorgenommen werden kann.

Dieser c_p -Wert wurde vom französischen Prüfinstitut CSTB für Rollläden ermittelt und gilt für einen Abstand von max. 0,5 m zum Fenster. Er kann auch für andere Abschlüsse angewendet werden, sofern sie eine vergleichbare Luftdurchlässigkeit aufweisen.

Anmerkung: Für Außenjalousien/Raffstores ist eine Anwendung aufgrund des unbestimmbaren dynamischen Windverhaltens nicht möglich.

5.1.1 Allgemeine Einsatzempfehlungen

Wenn die Einbaubedingungen nicht genau bekannt sind, so ist die Festlegung aufgrund des vereinfachten Verfahrens nach 3.1 vorzunehmen.

Diese Tabelle ist nur bis zu einer Einbauhöhe von 25 m anzuwenden, auf den Inseln der Nordsee nur bis 10 m. Der Bereich Küste gilt für einen Streifen von 5 km Breite landeinwärts.

Einbauhöhe		bis 10 m				10 - 18 m				18 - 25 m			
Windzone		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Geländekategorie	Binnenland	2	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4
	Küste der Nord- und Ostsee Inseln der Ostsee	e	4	4	4	e	4	4	5	e	4	4	5
	Inseln der Nordsee	e	e	e	5	e	e	e	e	e	e	e	e

Tabelle 8: Empfohlene Windwiderstandsklassen für Abschlüsse, vereinfachtes Verfahren

	Einbauhöhe [m]	6				12			
	Windzone	1	2	3	4	1	2	3	4
Geländekategorie	I	3	4	4	4	4	4	4	5
	II	3	3	4	4	3	4	4	4
	III	2	3	3	3	3	3	3	4
	IV	1	2	3	3	1	2	3	3

Tabelle 9: Empfohlene Windwiderstandsklassen für genau bekannte Einbaubedingungen bei ebenem Gelände (max. 5 % Steigung)

5.1.2 Einsatzempfehlungen für genau bekannte Einbauorte

Für Einbauhöhen über 25 m sind grundsätzlich die detaillierten Verfahren nach 3.2 anzuwenden.

Es empfiehlt sich aber auch für niedrigere Einbauhöhen eine genaue Ermittlung der Einbausituation. Insbesondere durch die Kenntnis und Anwendung der exakten Geländekategorie werden niedrigere Windwiderstandsklassen ermittelt als bei Mischprofilen.

In der obenstehenden Tabelle sind die Windwiderstandsklassen für den Fall angegeben, dass die Einbaubedingungen genau bekannt sind und das Gelände nahezu eben ist (max. 5 % Steigung).

5.1.3 Anwendungsbeispiele

Beispiel 1

An einem viergeschossigen Wohnhaus in München sollen Rollläden eingebaut werden. Die größte Einbauhöhe liegt bei 11,50 m über Grund. Es muss das allgemeine Verfahren nach 5.1.1 angewendet werden, da die Umgebungsbedingungen nicht bekannt sind:

- ▶ Bestimmung der Windzone nach Karte 1 (2.4): Windzone 2
- ▶ Bestimmung der Geländekategorie (Tabelle 8): Binnenland

- ▶ Bestimmung der Einbauhöhe nach Tabelle 8: 10 – 18 m
- ▶ Herauslesen der Windklasse anhand der obigen Daten aus Tabelle 8

Ergebnis:

Es sind Rollläden der Windwiderstandsklasse 4 anzuwenden

Beispiel 2

Für das Wohngebäude aus Beispiel 1 wurde durch Rückfrage ermittelt, dass es sich in der Innenstadt befindet, die umgebende Bebauung ist zwischen 15 und 20 m hoch. Damit kann das detaillierte Verfahren nach 5.1.2 angewendet werden.

- ▶ Die Windzone bleibt unverändert: Windzone 2
- ▶ Die Geländekategorie kann nun nach Tabelle 3 genau bestimmt werden: Geländekategorie IV
- ▶ Die Einbauhöhe liegt nach der Tabelle 9 unter 12 m
- ▶ Herauslesen der Windwiderstandsklasse aus Tabelle 9

Ergebnis

Die Windwiderstandsklasse 2 ist ausreichend!

25				50				100			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	6
4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5
3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
2	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	5

Fortsetzung Tabelle 9

5.2 Außenjalousien/Raffstores

Gemäß DIN EN 13659 sind für Außenjalousien/Raffstores Windklassen anzugeben. Die bisherige Regelung, keine Windklasse bzw. Klasse 0 anzugeben, ist nicht mehr zulässig. Ermittelt wird die Windklasse durch Prüfung nach DIN EN 1932, die Beurteilung erfolgt dort aufgrund von bleibenden Verformungen bzw. Bruch.

Wie schon vorab angemerkt, können diese ermittelten Windklassen nicht ohne weiteres auf die Praxisanwendung übertragen werden, insbesondere für die Einstellung der Windüberwachung bei motorisch angetriebenen Produkten.

Aus diesem Grund wird den Herstellern empfohlen, für ihre Produkte die Windgeschwindigkeiten anzugeben, bei deren Überschreitung die Außenjalousien/Raffstores eingefahren werden müssen.

Falls solche Angaben fehlen, kann auf die nachstehende Tabelle zurückgegriffen werden, die vom TKZ des BVRS in Zusammenarbeit mit führenden Herstellern auf der Grundlage von Erfahrungswerten erstellt worden ist.

Spalte		1	2	3	4
Zeile	Breite [cm]	gebördelt mit Schiene	gebördelt mit Seil	flexibel mit Schiene	flexibel mit Seil
1	150	7 bft. bzw. 17,4 m/s	7 bft. bzw. 17,4 m/s	7 bft. bzw. 17,4 m/s	7 bft. bzw. 17,4 m/s
2	200	7 bft. bzw. 17,4 m/s	7 bft. bzw. 17,4 m/s	6 bft. bzw. 13,4 m/s	6 bft. bzw. 13,4 m/s
3	250	7 bft. bzw. 17,4 m/s	6 bft. bzw. 13,4 m/s	6 bft. bzw. 13,4 m/s	6 bft. bzw. 13,4 m/s
4	300	7 bft. bzw. 17,4 m/s	6 bft. bzw. 13,4 m/s	6 bft. bzw. 13,4 m/s	6 bft. bzw. 13,4 m/s
5	400	6 bft. bzw. 13,4 m/s	6 bft. bzw. 13,4 m/s	5 bft. bzw. 10,4 m/s	5 bft. bzw. 10,4 m/s
6	500	6 bft. bzw. 13,4 m/s	6 bft. bzw. 13,4 m/s	5 bft. bzw. 10,4 m/s	5 bft. bzw. 10,4 m/s

Tabelle 10: Empfohlene Windgrenzwerte (oberer Wert aus Beaufort-Skala, Tabelle 4) für Außenjalousien/Raffstores

Die Werte gelten für einen Fassadenabstand der Lamelle ≤ 10 cm, Materialdicke der Lamelle ≥ 0,4 mm und bei einer Anlagenhöhe < 240 cm. Je nach Herstellerempfehlung können bei größeren Breiten (ab 200 cm) eine oder mehrere zusätzliche Seilführungen erforderlich sein.

Weitere Hinweise bei Abweichungen auf der nächsten Seite.

Für folgende Fälle sind die Tabellenwerte abzumindern bzw. zu erhöhen:

- ▶ (1) bei Fassadenabstand > 10 cm bis 30 cm muss der Tabellenwert um ein Beaufort, bei Fassadenabstand > 30 bis 50 cm um zwei Beaufort abgemindert werden, darüber hinaus kann die Tabelle nicht angewendet werden;
- ▶ (2) bei geringeren Materialstärken der Lamellen als 0,4 mm muss der Tabellenwert um ein Beaufort abgemindert werden;
- ▶ (3) bei stark profilierten Lamellen (z. B. „Z-Lamelle“) kann der Tabellenwert um ein Beaufort erhöht werden;
- ▶ (4) bei Höhen von 240 cm bis 400 cm und Seilführungen muss der Tabellenwert um ein Beaufort, bei Höhen über 400 cm um zwei Beaufort abgemindert werden;
- ▶ (5) bei Schienenführungen ist die Höhe in der Regel ohne Einfluss auf die angegebenen Windgrenzwerte, allerdings sind evtl. vorhandene Angaben der Hersteller zu beachten.

Anmerkung: Bei kleinen Außenraffstores (unter 1,5 m breit, max. Fläche 2 m²) mit stark profilierten Lamellen, Schienenführung und geschützter Montage kann als Grenzwert 9 bft (max. 24,4 m/s) angewendet werden. Dies bedeutet jedoch nicht, dass hier auf eine Windüberwachung in der Windzone 1 (s. Abschnitte 2.4 und 2.6) verzichtet werden kann.

Die für die Windzone 1 angegebene Windgeschwindigkeit ist zudem die Basiswindgeschwindigkeit, die in Böen überschritten werden kann.

Beispiel

Außenraffstores gebördelt mit Seilführung, Fassadenmontage 25 cm Abstand, max. Breite 230 cm, Anlagenhöhe 300 cm.

- ▶ Grundwert aus Tabelle 10 ermitteln (Spalte 2, Zeile 4): 6 bft
- ▶ Verminderung um 1 bft wegen größerem Abstand (Nr. 1): 5 bft
- ▶ Verminderung um 1 bft (Nr. 4) wegen der Höhenüberschreitung: 4 bft.

Ergebnis

Einstellung der Windüberwachung auf max. 7,4 m/s nach Tabelle 4

5.3 Gelenkarmmarkisen

Übliche Gelenkarmmarkisen erfüllen nach DIN EN 13659 entweder die Windwiderstandsklasse 1 oder die Windwiderstandsklasse 2. Die Hersteller sollen angeben, bei welcher Windgeschwindigkeit die Markisen eingefahren werden müssen.

Verwendet man den nominellen Prüfdruck als höchstzulässigen Staudruck, so ergeben sich folgende max.

Windgeschwindigkeiten bzw. Windstärken:

- ▶ Windklasse 1: 4 bft bzw. 7,4 m/s
- ▶ Windklasse 2: 5 bft bzw. 10,4 m/s
- ▶ Windklasse 3 (Ausnahmefall): 6 bft bzw. 13,4 m/s

Diese Werte stellen Empfehlungen dar, für die Bemessung der Befestigung sind weitergehende Überlegungen notwendig bzw. aus der Vergangenheit bekannte Beiwerte zu verwenden.

5.4 Markisen allgemein

Die DIN EN 1932 [6] legt Verfahren zur Bestimmung der Windklasse für Markisen fest.

Bei Senkrechtmarkisen, Fassadenmarkisen, Markisolekten, Fallarmmarkisen und Wintergartenmarkisen werden durch die festgelegten Prüfbedingungen Windklassen ermittelt, bei denen die Beurteilung aufgrund von bleibenden Verformungen oder Bruch erfolgt. Demzufolge ist eine Zuordnung zu Windgeschwindigkeiten nicht möglich.

Aus diesem Grund wurde die Tabelle 11 erstellt, basierend auf langjährigen Erfahrungswerten führender Markisenhersteller.

Die Produkte sind bei Erreichen der angegebenen Windgeschwindigkeiten (m/s) einzufahren, wenn vom Hersteller keine abweichenden Angaben vorliegen.

	Fassadenmarkise/ Senkrechtmarkise	Markisolette	Fallarmmarkise	Wintergarten- Markise
Führungsschiene direkt (Standardabstand) an Fassade	8 - 10			
Seil-/Stabführung direkt (Standardabstand) an Fassade	6 - 8			
Führungsschiene an Fassade, Abstand 30 - 100 cm	6	6	6	
Seil-/Stabführung an Fassade, Abstand 30 - 100 cm	6			
Führungsschiene an Polygonal-Fassade	6			
Seil-/Stabführung an Polygonal-Fassade	6			
Führungsschiene in der Laibung	8 - 10	8 - 10	8 - 10	
Seil-/Stabführung in der Laibung	6 - 8			
Führungsschiene auf der Dachfläche				8 - 12

Tabelle 11: Empfohlene Einstellwerte in m/s für Windüberwachung

5.5 Markisen mit Seitensaumführung

Bei Markisen mit Seitensaumführung, auch ZIP-Führung genannt, kann gemäß DIN EN 13659 eine Klassifizierung bis zur höchsten Windklasse 6 vorgenommen werden. Inzwischen gibt es nicht nur Senkrechtmarkisen, sondern auch Wintergartenmarkisen mit einer solchen Ausstattung.

Auch hier sind die Hersteller gehalten, die Windgeschwindigkeit anzugeben, bei der das Produkt eingefahren werden muss.

Wenn der Behang luftdurchlässig ist, können bei Senkrechtmarkisen die gleichen Einsatzempfehlungen wie bei Rollläden (Abschnitt 5.1) verwendet werden, es empfiehlt sich aber vor der Ausführung eine Abstimmung mit dem jeweiligen Hersteller.

5.6 Korbmarkisen

Für feststehende Korbmarkisen enthält der Abschnitt 4.3 Vordächer Hinweise zur Berechnung.

Bewegliche Korbmarkisen sind in der Regel konstruktiv wie feststehende Modelle gleicher Form aufgebaut, es fehlt eigentlich nur die Aussteifung. Für einen sicheren Einsatz muss daher hauptsächlich die Hochschlaggefahr betrachtet werden. In der Regel verhindert nur das Gewicht der Anlage ein Anheben durch Wind.

Ist dieser Widerstand gegen Anheben bekannt, am besten feststellbar durch eine geeignete Messung, so lässt sich unter Berücksichtigung der Wirkfläche mit der Grundformel für den Geschwindigkeitsdruck aus Abschnitt 3 ungefähr die Windgeschwindigkeit berechnen, bei der ein Anheben erfolgt.

6 Lastannahmen für die Befestigung

Für die Bemessung der Befestigung ist sowohl der Windeinfluss auf die festen Bauteile als auch auf die einfahrbaren Behänge anzusetzen.

Das Gewicht der Bauteile ist zusätzlich immer zu berücksichtigen.

Die Windbelastung kann sowohl als Druck wie auch als Sog (in gleicher Höhe) auftreten, der Einfachheit halber wird nachfolgend nur der Druck genannt.

6.1 Feste Bauteile

Bei den für Rollläden, Außenjalousien/Raffstores und senkrecht angeordneten Markisen üblichen Montagearten (nicht auf Dachfläche!) ist es bei Gebäudehöhen bis zu 25 m in den Windzonen 1 und 2 in der Regel ausreichend, wenn ein Winddruck von **800 N/m²** auf die festen Bauteile angesetzt wird.

Bei höheren Gebäuden, in den Windzonen 3 und 4 und abweichenden Montagearten sind die Abschnitte 3 (Ermittlung Geschwindigkeitsdruck) und 4 (Windlasten auf Bauteile) zu beachten. Gleichzeitig ist der Hersteller der Produkte zu kontaktieren, inwieweit eine höhere Belastung durch Wind von der Konstruktion aufgenommen werden kann oder ob zusätzliche Befestigungen vorzusehen sind.

Hinweis: Der Wert von 800 N/m² für den Winddruck ist in den künftigen Produktnormen als Mindestwert für die Bemessung der Konstruktion vorgesehen.

6.2 Einfahrbare Behänge

6.2.1 Rollläden

Für den Rollladenpanzer im ausgefahrenen (geschlossenen) Zustand ist als Winddruck für die Bemessung der Befestigung der Sicherheitsprüfdruck nach DIN EN

13659 anzusetzen, welcher der jeweiligen Windwiderstandsklasse zugeordnet ist.

Dieser ist für die

- ▶ Windwiderstandsklasse 1: **75 N/m²**;
- ▶ Windwiderstandsklasse 2: **100 N/m²**;
- ▶ Windwiderstandsklasse 3: **150 N/m²**;
- ▶ Windwiderstandsklasse 4: **250 N/m²**;
- ▶ Windwiderstandsklasse 5: **400 N/m²**;
- ▶ Windwiderstandsklasse 6: **600 N/m²**.

Im vollständig eingefahrenen (geöffneten) Zustand sind die Rollladenpanzer unbelastet. Daher erübrigt sich eine Betrachtung der Lastannahme für die Befestigung in diesem Fall.

6.2.2 Fensterläden

Bei nicht luftdichten Fensterläden sind im ausgefahrenen, also dem geschlossenen Zustand, ebenfalls die für Rollläden angegebenen Sicherheitsprüfdrücke anzusetzen.

Sind die Läden eingefahren, also geöffnet, so ist der nach Abschnitt 4.4 ermittelte Winddruck anzusetzen. In den meisten Anwendungsfällen ist es ausreichend, wenn zur Bemessung z. B. der Rückhaltesysteme die Hälfte des oben für Rollläden angegebenen Winddrucks, also **400 N/m²**, angesetzt wird.

6.2.3 Außenjalousien/Raffstores

Bei Außenjalousien/Raffstores ist für den ausgefahrenen Zustand der Winddruck anzusetzen, der sich aus der Windgeschwindigkeit ergibt, die für die Einstellung der Windüberwachung in Tabelle 10 angegeben ist.

Der berechnete Winddruck auf die Behänge ist bei:

- ▶ 17,4 m/s (7 bft): 189 N/m²;
- ▶ 13,4 m/s (6 bft): 112 N/m²;
- ▶ 10,4 m/s (5 bft): 68 N/m²;
- ▶ 5,5 m/s (4 bft): 34 N/m².

6.2.4 Markisen allgemein

Bei Senkrechtmarkisen mit Seitensaumführung können bei luftdurchlässigen Behängen die Werte für Rollläden verwendet werden.

Ansonsten ist der Winddruck anzusetzen, der sich aus der Windgeschwindigkeit ergibt, bei der die Behänge eingefahren werden müssen. Hierzu auch wieder einige berechnete Werte:

- ▶ 12 m/s: 90 N/m²
- ▶ 10 m/s: 63 N/m²
- ▶ 8 m/s: 40 N/m²
- ▶ 6 m/s: 22,5 N/m²

6.2.5 Gelenkarmmarkisen

Bei Gelenkarmmarkisen kann mittels der Richtlinie „Rot“ des ITRS [7] die Belastung der Befestigungsmittel bestimmt werden. Die Belastung durch Wind usw. im ausgefahrenen Zustand ist signifikant höher als auf die festen Bauteile im eingefahrenen Zustand, so dass keine weitere Berechnung erforderlich ist.

Hinweis: Außer bei Befestigungen an Dachsparren sind in der Richtlinie die abzutragenden Querkräfte nicht berücksichtigt. Es wurde davon ausgegangen, dass die vorgeschlagenen Befestigungsmittel in der Lage sind, diese Querkräfte aufzunehmen. Dies ist auch in der Regel der Fall, außer bei Abstandsmontage, z. B. mit Gewindebolzen, bedürfen diese Querkräfte einer genaueren Untersuchung. Dabei sind vor allem die Querverschiebungen aus Gründen einer sicheren Abdichtung gegen Wasser zu beachten.

6.3 Beispiele

6.3.1 Einbaurollladen

Einbaurollladen, sichtbare Breite 1,75 m (zwischen den Führungsschienen), sichtbare Höhe 1,45 m (zwischen Fensterbank und Kastenunterkante), der Panzer muss der Windwiderstandsklasse 3 genügen. Die Breite der Führungsschiene beträgt 50 mm (nicht eingeputzt), der Montageort befindet sich in der Windzone 2.

Die dem Wind ausgesetzte Fläche des Panzers ist das Produkt aus sichtbarer Breite und sichtbarer Höhe. Multipliziert mit 150 N/m² (Prüfdruck für Windwiderstandsklasse 3) ergibt sich als Windlast **381 N**.

Die Windlast auf die Führungsschiene beträgt bei einem Winddruck von 800 N/m² (Windzone 2) **116 N**.

Für den Fall, dass die Windlast als Druck auftritt, wird sie vom dahinterliegenden Fenster abgetragen.

Im Sogfall beträgt die Summe der Windbelastung in Höhe von **497 N** als Auszugskraft auf die Befestigung der Führungsschienen.

Das Gewicht des Panzers wird von der Fensterbank abgetragen.

Da bei beweglichen Behängen bzw. Panzern diese im eingefahrenen Zustand nicht sichtbar sind, muss nur die Windlast im ausgefahrenen (geschlossenen) Zustand angesetzt werden.

6.3.2 Vorbaurollladen

Ein Vorbaurollladen ist vor eine Fensteröffnung mit der Breite von 1,3 m und einer Höhe von 1,25 m montiert. Die Führungsschienen mit einer Breite von 53 mm sind bündig mit Innen- und Unterkante der Fensteröffnung angebracht, die Unterkante des Rollladenkastens (140 mm hoch) endet an der Unterkante Sturz, eine Fensterbank ist nicht vorhanden, sondern die Führungsschienen verfügen über eine stabile Auflage für den herabgelassenen Panzer. Der Montageort liegt in Windzone 1, die Windwiderstandsklasse 2 ist ausreichend. Das Gesamtgewicht m der Anlage ist mit 9,5 kg anzusetzen.

Die Windlast auf den Panzer (Breite 1,3 m x Höhe 1,25 m x Prüfdruck 100 N/m²) beträgt **162 N**. Diese Belastung kann sowohl als Druck als auch Sog auftreten.

Bei den festen Anlagenteilen ist zu beachten, dass der Rollladen vor der Fassade montiert ist, die gesamte Fensteröffnung bleibt also frei. Dadurch entspricht die Länge des Rollladenkastens dem lichten Öffnungsmaß zuzüglich der zweifachen Breite der Führungsschienen, also insgesamt 1,406 m. Die Führungsschienenlänge beträgt 1,25 m (Lichte Höhe der Fensteröffnung).

Die sichtbare Fläche der festen Teile beträgt 0,329 m², multipliziert die Windlast auf die festen Teile (Gesamt-Projektionsfläche x Winddruck 800 N/m²) beträgt **263 N**.

Die gesamte Windbelastung im Sogfall beträgt **425 N**, die als Auszugskraft von den Befestigungsmitteln aufgenommen werden muss.

Das Gewicht der Anlage wirkt als Querkraft, diese beträgt $(m (9,5 \text{ kg}) \times g (9,81 \text{ m/s}^2))$ ca. **93 N**. Auch für diese Belastung muss das Befestigungsmittel ausgelegt sein.

6.3.3 Raffstore

Außenraffstores gebördelt mit Schienenführung (Einfachschiene 25 mm breit), 4 Befestigungspunkte (Halter für Schiene (eine davon am Oberkopf), Fassadenmontage 25 cm Abstand, Anlagenbreite (Lamellenmaß) 230 cm, Anlagenhöhe 300 cm, Blende 30 cm hoch, 280 cm lang, mit separater Befestigung).

Für die Windlast auf den ausgefahrenen Behang ist von einem Windgrenzwert von 6 bft auszugehen. Der dazugehörige Winddruck beträgt 112 N/m², multipliziert mit der sichtbaren Behangfläche (2,3 x 2,7 m) ergibt dies im ausgefahrenen Zustand 995 N. Diese Last verteilt sich auf 8 Befestigungspunkte, also **89 N** pro Halter.

Die Windlast auf die festen Teile beträgt 800 N/m², bei den Führungsschienen beträgt die Windlast 108 N, pro Befestigungspunkt **13 N**. Auf jeden Befestigungspunkt wirken also insgesamt **102 N** unter der Voraussetzung, dass die Halter gleichmäßig verteilt sind.

Auf die Blende wirkt eine Windlast von 672 N. Hinzu kommt die Windlast aus Behang und Schiene, also von zwei Befestigungspunkten. Insgesamt wirken 876 N als Windlast bzw. Auszugskraft auf die Blendenbefestigung.

Eine zusätzliche Belastung auf die Blendenbefestigung wird durch die Eigenlasten hervorgerufen. Das Gewicht (Masse) des Raffstores beträgt ca. 21 kg, das der Blende ca. 12 kg. Diese Gewichte bewirken eine nach unten wirkende Kraft von ca. **323 N** auf die Blendenmitte.

Diese Kraft wirkt als Querkraft auf die Befestigung. Durch den großen Montageabstand entsteht auch ein Drehmoment, das zusätzliche Auszugskräfte auf die oberen Befestigungsmittel bewirkt.

7 Literaturverzeichnis

- [1] DIN EN 13561 Markisen – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen;
- [2] DIN EN 13659 Abschlüsse außen – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen;
- [3] Bauregelliste A,B,C, Technische Regeln zu den Landesbauordnungen, Deutsches Institut für Bautechnik Berlin, www.dibt.de;
- [4] DIN EN 1991-1-4 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten;
- [5] DIN EN 1991-1-4/NA Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten - nationaler Anhang mit national festgelegten Parametern;
- [6] DIN EN 1932 Abschlüsse und Markisen - Widerstand gegen Windlast - Prüfverfahren
- [7] Richtlinie zur technischen Beratung, zum Verkauf und zur Montage von Gelenkarmmarkisen, Industrieverband Technische Textilien – Rollläden – Sonnenschutz e.V., Mönchengladbach

Sofern keine Herausgeber/Bezugsquellen angegeben sind:

Die in dieser Richtlinie zitierten Technischen Richtlinien stehen auf der Homepage des Technischen Kompetenzzentrums des Bundesverbandes Rollläden + Sonnenschutz e.V. (www.rs-fachverband.de/kompetenzzentrum) zum Download zur Verfügung.

Der Alleinvertrieb der DIN-Normen erfolgt durch den Beuth-Verlag Berlin, Herausgeber ist das DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

Schlusswort

Der Herausgeber bedankt sich bei allen, die an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben.

Der freie Zugang zu dieser Richtlinie wird durch die Übernahme der Erstellungskosten durch den BVRS ermöglicht. Die Finanzierung erfolgt aus Mitgliedsbeiträgen, deshalb ist die Mitgliedschaft im Verband für eine kontinuierliche Weiterarbeit besonders wichtig. Die Mitglieder des BVRS haben zudem den Vorteil, dass sie vom Technischen Kompetenzzentrum eine weit über diese Richtlinie hinausgehende Unterstützung bekommen können; Informationen zur Mitgliedschaft unter www.rs-fachverband.de/mitglied-werden.

Alle Technischen Richtlinien (TR) stehen auf der Homepage des Technischen Kompetenzzentrums des Bundesverbandes Rollläden + Sonnenschutz e. V. (www.rs-fachverband.de/kompetenzzentrum) zum Download zur Verfügung.

Eine Druckfassung ist gegen Kostenersatz erhältlich.

Bildnachweis: DIBt, DIN, DWD

Bonn, 5. Juni 2014

Im Namen des Herausgebers:

Verfasser bzw. Bearbeiter

Dipl.-Ing.(FH) Gerhard Rommel

Technisches Kompetenzzentrum des BVRS



In Zusammenarbeit mit:
Industrievereinigung Rollladen-Sonnenschutz-Automation (IV RSA) im
Industrieverband Technische Textilien - Rollladen - Sonnenschutz e.V
Fliethstraße 67 · 41061 Mönchengladbach
Telefon: 02161 294181-0 · Telefax: 02161 294181-1
info@itrs-ev.com · www.itrs-ev.com



Bundesverband Rollladen + Sonnenschutz e.V.
Hopmannstraße 2 · 53177 Bonn
Telefon: 0228 95210-0 · Telefax: 0228 95210-10
info@rs-fachverband.de · www.rs-fachverband.de