



TR Windeinflüsse

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

Ermittlung der Windlasten - Einsatzempfehlungen

Ausgabe April 2024

Inhaltsverzeichnis

Anwendungshinweise	3	5 Einsatzempfehlungen.....	13
1 Vorwort.....	3	5.1 Rollläden und Fensterläden	13
2 Begriffsbestimmungen, Grundlagen.....	4	5.2 Außenjalousien/Raffstores	16
2.1 Eurocodes.....	4	5.3 Gelenkarmmarkisen	19
2.2 NDP.....	4	5.4 Wintergartenmarkisen	19
2.3 Einbauhöhe Markisen/Abschlüsse	4	5.5 Fenster-Markisen	20
2.4 Windzonen	4	5.5 Markisen mit Seitensaumführung	20
2.5 Geländekategorien.....	5	6 Lastannahmen für die Befestigung	22
2.6 Windstärke	6	6.1 Feste Bauteile	22
3 Ermittlung Geschwindigkeitsdruck.....	7	6.2 Einfahrbare Behänge	22
3.1 Vereinfachtes Verfahren	7	6.3 Vorbausysteme	24
3.2 Detaillierte Verfahren.....	8	6.4 Beispiele	28
4 Windlasten auf Bauteile	10	7 Literaturverzeichnis	33
4.1 Senkrechte Wände.....	10	Schlusswort	33
4.2 Dächer.....	11		
4.3 Vordächer.....	11		
4.4 Außenwandbekleidungen.....	12		
4.5 Berechnungsbeispiele.....	12		

Vorhergehende Ausgaben:

Technische Richtlinie 106, Juni 2014

Technische Richtlinie, Blatt 6.1, Juni 2006

Technische Richtlinie, Blatt 6.2, 2006
Auszug für Raffstores

Mit freundlicher Unterstützung durch:

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

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

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 in elektronischer Form.

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.

Die Neufassungen der Normen sind nicht harmonisiert, so dass weiterhin die Fassung von 2008 (DIN EN 13561) bzw. 2009 (DIN EN 13659) für die CE-Kennzeichnung anzuwenden ist.

Die aktuellen Normen sind abgesehen von der genannten Einschränkung in das Deutsche Normenwerk aufgenommen und müssen erfüllt werden.

Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) kann im Einvernehmen mit der Obersten Bauaufsichtsbehörde in MVV TB [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, abgestimmt mit den Ausschüssen Raffstore und Markisen der Industrievereinigung Rollladen-Sonnenschutz-Automation (IVRSA).

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.

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.

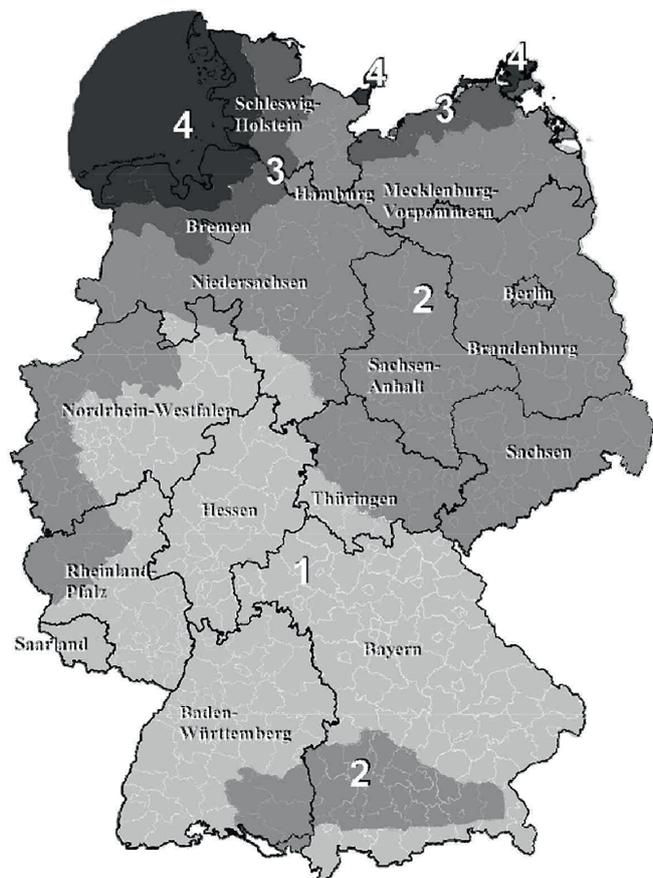


Bild 1: Windzonen nach DIN EN 1991-1-4/NA, Anhang NA.A

Hauptsächlich 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.

Regierungsbezirk Karlsruhe:	Windzone 1	alle Gemeinden
Regierungsbezirk Stuttgart:	Windzone 1	alle Gemeinden
Regierungsbezirk Freiburg:	Windzone 1	alle Gemeinden und Gemeindeteile, soweit nicht in Windzone 2
	Windzone 2	Bodensee, Bodenseeanrainergemeinden bis 3 km ins Landesinnere
Regierungsbezirk Tübingen:		
Landkreise Reutlingen und Tübingen; Stadtkreis Ulm; Zollernalbkreis:	Windzone 1	alle Gemeinden
Alb-Donau-Kreis:	Windzone 1	alle Gemeinden, soweit nicht in Windzone 2
	Windzone 2	Gemeinden Balzheim, Dietersheim, Hüttisheim, Illerkirchberg, Illerrieden, Schnürpflingen, Staig

Tabelle 2: Beispiel Windzonen-Einteilung für Baden-Württemberg
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.

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

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

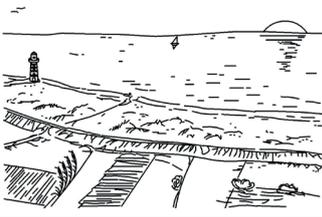
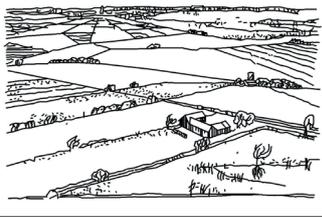
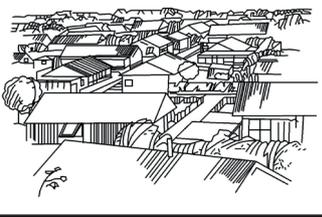
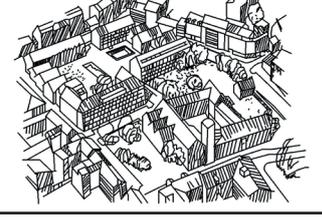
<p>Geländekategorie I</p> <p>Offene See Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung glattes, flaches Land ohne Hindernisse</p>	
<p>Geländekategorie II</p> <p>Gelände mit Hecken, einzelnen Gehöften, Häusern oder Bäumen, z. B. landwirtschaftliches Gebiet</p>	
<p>Geländekategorie III</p> <p>Vorstädte, 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 werden 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 q 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 $1,25 \text{ kg/m}^3$ 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 (Normal-Null). 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		
		$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
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.3.2

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.

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

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

Winddruck in kN/m ²										
Zeile 1	Einbauhöhe (m)		6				12			
Zeile 2	Windzone		1	2	3	4	1	2	3	4
Zeile 3	Geländekategorie (Mischprofile)	Inseln Nordsee	entfällt	entfällt	entfällt	1,361	entfällt	entfällt	entfällt	1,553
Zeile 4		Küste	entfällt	0,781	0,942	1,122	entfällt	0,942	1,136	1,353
Zeile 5		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												
Zeile 1	25				50				100			
Zeile 2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Zeile 3	entfällt	entfällt	entfällt	1,785	entfällt	entfällt	entfällt	2,037	entfällt	entfällt	entfällt	2,323
Zeile 4	entfällt	1,149	1,384	1,650	entfällt	1,385	1,669	1,989	entfällt	1,571	1,893	2,255
Zeile 5	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

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

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

Winddruck in kN/m ²										
Zeile 1	Einbauhöhe (m)	6				12				
Zeile 2	Windzone	1	2	3	4	1	2	3	4	
Zeile 3	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
Zeile 4		II	0,594	0,725	0,873	1,040	0,702	0,856	1,031	1,229
Zeile 5		III	0,480	0,585	0,705	0,840	0,542	0,660	0,796	0,948
Zeile 6		IV	0,416	0,507	0,611	0,728	0,416	0,507	0,611	0,728

Tabelle 7: Berechnete Werte nach NA.B.3.1 (Tabelle NA.B.2) im ebenen Gelände für 4 Geländekategorien

Winddruck in kN/m ²												
Zeile 1	25				50				100			
Zeile 2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Zeile 3	0,990	1,207	1,454	1,733	1,130	1,377	1,659	1,977	1,289	1,571	1,893	2,255
Zeile 4	0,837	1,020	1,230	1,465	0,989	1,205	1,452	1,173	1,168	1,423	1,715	2,044
Zeile 5	0,680	0,829	0,999	1,190	0,843	1,028	1,239	1,476	1,045	1,274	1,535	1,829
Zeile 6	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 Abschläge 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 überschlagsweise 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 Abschnitt 3.1 vorzunehmen.

Die Tabelle 8 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	-	4	4	4	-	4	4	5	-	4	4	5
	Inseln der Nordsee	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 8: Empfohlene Windwiderstandsklassen für Abschlüsse, vereinfachtes Verfahren

5.1.2 Einsatzempfehlungen Regelfall

Für Einbauhöhen über 25 m sind grundsätzlich detaillierte Verfahren zu verwenden. Falls die genauen Einbaubedingungen nicht bekannt sind, ist nach DIN EN 1991-1-4/NA, Abschnitt NA.B.3.3 der Regelfall mit Mischprofilen für die Geländekategorien anzuwenden. Diese sind:

- Binnenland, Mischprofil der Geländekategorien II und III;
- küstennahe Gebiete sowie Inseln der Ostsee, Mischprofil der Geländekategorien I und II. Küstennah ist wieder ein Streifen entlang der Küste mit 5 km Breite landeinwärts;
- Inseln der Nordsee, Geländekategorie I.

Dabei sind wie in 5.1.1 die Windzonen zu beachten, in der nachstehenden Tabelle 9 sind die empfohlenen Windwiderstandsklassen enthalten. Die Höhenstaffelung geht bis zu einer Einbauhöhe von 100 m über Grund, die absteigenden Werte werden jeweils gerundet halbiert bis herunter zu einer Einbauhöhe von 6 m über Grund.

Durch diese veränderte Höhenstaffelung ergeben sich teilweise niedrigere empfohlene Windwiderstandsklassen als beim vereinfachten Verfahren.

Zeile 1	Einbauhöhe [m]	6				12			
Zeile 2	Windzone	1	2	3	4	1	2	3	4
Zeile 3	Inseln Nordsee	-	-	-	4	-	-	-	5
Zeile 4	Küste, Inseln Ostsee	-	3	4	4	-	4	4	4
Zeile 5	Binnenland	2	3	3	4	3	3	4	4

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

Tabelle 9: Empfohlene Windwiderstandsklassen für Abschlüsse im Regelfall mit Mischprofilen

5.1.3 Einsatzempfehlungen für genau bekannte Einbauorte

Bei genau bekannten Einbaubedingungen können durch die Anwendung der Geländekategorien (GK) nach Anhang NA.B.1 zur DIN EN 1991-1-4 vor allem im Innenstadtbereich günstigere Einsatzempfehlungen ermittelt werden.

In Tabelle 10 sind die empfohlenen Windwiderstandsklassen für diesen Fall angegeben, Voraussetzung ist auch, dass das Gelände nahezu eben ist (max. 5 % Steigung). Die Berechnungen erfolgten nach Tabelle NA.B.2.

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

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

Tabelle 10: Einsatzempfehlungen für Abschlüsse nach dem detaillierten Verfahren mit vier Geländekategorien

5.1.4 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!

5.2 Außenjalousien/Raffstores

Gemäß DIN EN 13659 sind für Außenjalousien/Raffstores Windklassen anzugeben. Ermittelt wird die Windklasse durch Prüfung nach DIN EN 1932 [6], die Beurteilung erfolgt dort aufgrund von bleibenden Verformungen bzw. Bruch.

Aufgrund mechanischer Unzulänglichkeiten der Testbeschreibung in der gültigen Prüfnorm DIN EN 1932 kann für Raffstores keine sinnvolle Klassifizierung angegeben werden. Eine Revision der Norm ist geplant. Bis dahin wird die Windklasse 0 angegeben. 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 nachstehenden Tabellen zurückgegriffen werden, die unter Mitwirkung des BVRS vom IVRSA auf der Grundlage von Erfahrungswerten erstellt worden ist.

Bei der Anwendung dieser Tabellen ist zu beachten:

- Die stufenweise angegebenen Windgrenzwerte gelten für eine Montage vor der Fassade mit einem Abstand von 100 mm bei Schienenführung bzw. 200 mm bei Seilführung;
- Bei schienengeführten Anlagen ist bei einem Fassadenabstand > 100 mm bis 300 mm eine Abminderung um eine Stufe vorzunehmen;
- Bei Seilführung ist bei einem Abstand > 200 mm bis 300 mm eine Abminderung um eine Stufe vorzunehmen;
- Bei Fassadenabstand > 300 bis 500 mm ist um 2 Stufen abzumindern, darüber hinaus können die Tabellen nicht angewendet werden;

- Bei Laibungsmontage kann der Tabellenwert um eine Stufe erhöht werden, und zwar bis zu einer maximalen Breite von 3 000 mm;
- Bei geringeren Materialdicken der Lamellen als 0,4 mm ist um eine Stufe abzumindern;
- Bei stark profilierten Lamellen (z. B. Z- oder S-Form) kann der Tabellenwert um eine Stufe erhöht werden, jedoch nur bis max. 17 m/s;
- Zusätzlich sind immer die Anleitungen für Montage, Betrieb und Wartung zu beachten, insbesondere die Angaben des Herstellers bezüglich zusätzlicher Seilführungen oder zur Anzahl der Führungsschienenhalter.

Empfohlene Windgrenzwerte in m/s für seilgeführte Flachlamellen									
Höhe in m	Anlagenbreite in m								
	≤ 1	> 1 bis 1,5	> 1,5 bis 2	> 2 bis 2,5	> 2,5 bis 3	> 3 bis 3,5	> 3,5 bis 4	> 4 bis 4,5	> 4,5 bis 5
≤ 1	17	17	13	13	13	10	10	10	10
> 1 bis 1,5	17	17	13	13	13	10	10	10	10
> 1,5 bis 2	17	17	13	13	13	10	10	10	10
> 2 bis 2,5	17	13	13	13	10	10	10	10	10
> 2,5 bis 3	13	13	13	10	10	10	8	8	8
> 3 bis 3,5	13	13	10	10	10	8	8	8	8
> 3,5 bis 4	13	10	10	10	8	8	8	8	8
> 4 bis 4,5	10	10	10	8	8	8	5	5	5
> 4,5 bis 5	10	10	8	8	8	5	5	5	5

Ablesebeispiel für Fassadenmontage 25 cm Abstand, max. Breite 230 cm, Anlagenhöhe 300 cm.
 Grundwert: 10 m/s, Abminderung 1 Stufe wegen größerem Abstand, Einstellung der Windüberwachung auf max. 8 m/s

Tabelle 11: Empfohlene Windgrenzwerte für seilgeführte Flachlamellen

Ablesebeispiel

Fassadenmontage 25 cm Abstand, max. Breite 230 cm, Anlagenhöhe 300 cm.

Grundwert: 10 m/s, Abminderung 1 Stufe wegen größerem Abstand,

Einstellung der Windüberwachung auf max. 8 m/

Hinweis: Dieses Beispiel ist sinngemäß auch für die folgenden Tabellen anzuwenden.

Empfohlene Windgrenzwerte in m/s für schienengeführte Flachlamellen									
Höhe in m	Anlagenbreite in m								
	≤ 1	> 1 bis 1,5	> 1,5 bis 2	> 2 bis 2,5	> 2,5 bis 3	> 3 bis 3,5	> 3,5 bis 4	> 4 bis 4,5	> 4,5 bis 5
≤ 1	17	17	13	13	13	10	10	10	10
> 1 bis 1,5	17	17	13	13	13	10	10	10	10
> 1,5 bis 2	17	17	13	13	13	10	10	10	10
> 2 bis 2,5	17	17	13	13	13	10	10	10	10
> 2,5 bis 3	17	17	13	13	13	10	10	10	8
> 3 bis 3,5	17	17	13	13	13	10	10	10	8
> 3,5 bis 4	17	13	13	13	10	10	10	8	8
> 4 bis 4,5	13	13	13	10	10	10	8	8	8
> 4,5 bis 5	10	10	10	10	10	8	8	8	8

Tabelle 12: Empfohlene Windgrenzwerte für schienengeführte Flachlamellen

Empfohlene Windgrenzwerte in m/s für seilgeführte randgebördelte Lamellen									
Höhe in m	Anlagenbreite in m								
	≤ 1	> 1 bis 1,5	> 1,5 bis 2	> 2 bis 2,5	> 2,5 bis 3	> 3 bis 3,5	> 3,5 bis 4	> 4 bis 4,5	> 4,5 bis 5
≤ 1	17	17	17	13	13	13	13	13	13
> 1 bis 1,5	17	17	17	13	13	13	13	13	10
> 1,5 bis 2	17	17	17	13	13	13	13	13	10
> 2 bis 2,5	17	17	13	13	10	10	10	10	10
> 2,5 bis 3	13	13	13	10	10	10	8	8	8
> 3 bis 3,5	13	13	10	10	10	8	8	8	8
> 3,5 bis 4	13	10	10	10	8	8	8	8	8
> 4 bis 4,5	10	10	10	8	8	8	5	5	5
> 4,5 bis 5	10	10	8	8	8	5	5	5	5

Tabelle 13: Empfohlene Windgrenzwerte für seilgeführte randgebördelte Lamellen

Empfohlene Windgrenzwerte in m/s für schienengeführte randgebördelte Lamellen									
Höhe in m	Anlagenbreite in m								
	≤ 1	> 1 bis 1,5	> 1,5 bis 2	> 2 bis 2,5	> 2,5 bis 3	> 3 bis 3,5	> 3,5 bis 4	> 4 bis 4,5	> 4,5 bis 5
≤ 1	17	17	17	17	17	17	17	17	17
> 1 bis 1,5	17	17	17	17	17	13	13	13	13
> 1,5 bis 2	17	17	17	17	17	13	13	13	13
> 2 bis 2,5	17	17	17	17	17	13	13	13	13
> 2,5 bis 3	17	17	17	17	17	13	13	13	13
> 3 bis 3,5	17	17	17	13	13	13	13	13	10
> 3,5 bis 4	17	17	17	13	13	13	13	10	10
> 4 bis 4,5	17	17	17	13	13	13	10	10	10
> 4,5 bis 5	13	13	13	13	13	10	10	10	10

Tabelle 14: Empfohlene Windgrenzwerte für schienengeführte randgebördelte Lamellen

5.3 Gelenkarmmarkisen

Gelenkarmmarkisen sollten bei stärkerem Wind in Abhängigkeit von ihrer Klassifizierung eingefahren werden.

Folgende Windgeschwindigkeiten werden empfohlen:

- Windwiderstandsklasse 1: 7 m/s
- Windwiderstandsklasse 2: 10 m/s

5.4 Wintergartenmarkisen

Wintergartenmarkisen mit Schienenführung im Standardabstand auf der Dachfläche sollten bei 12 m/s eingefahren werden

5.5 Fenster-Markisen

Gemäß DIN EN 1932 werden durch die festgelegten Prüfbedingungen Windklassen ermittelt, bei denen die Beurteilung aufgrund von bleibenden Verformungen oder Bruch erfolgt. Demzufolge ist wie bei Außenjalousien eine Zuordnung zu Windgeschwindigkeiten nicht möglich.

Aus diesem Grund wurde die Tabelle 15 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.

Anordnung Führung	Empfohlene Windgrenzwerte in m/s für			
	Senkrecht-Markise	Fallarm-Markise	Fassaden-Markise	Markisolette
Führungsschiene in Laibung oder Standardabstand oder Abstand < 300 mm	10	10	10	10
Seil/Stabführung in Laibung oder Standardabstand oder Abstand < 300 mm	8	-	8	-
Führungsschiene 300 bis 1 000 mm vor der Fassade	-	6	6	6
Seil/Stabführung 300 bis 1 000 mm vor der Fassade	-	-	6	-
Führung bei Polygonal-Fassade	-	-	6	6

Tabelle 15: Empfohlene Windgrenzwerte für Fenster- und Fassadenmarkisen

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.

Für senkrecht angeordnete Markisen sind Windgrenzwerte festgelegt worden.

In Tabelle 16 sind die Windgrenzwerte für eine Standardmontage mit einem Abstand zum Fenster bzw. zur Fassade von max. 100 mm aufgeführt.

Bei anderen Montagearten und -abständen ist zu beachten (Erfahrungswerte):

- Bei Laibungsmontage kann der Tabellenwert um eine Stufe erhöht werden, allerdings nur bis zur höchsten unten aufgeführten Stufe und bis zu einer Produktgröße von 3 000 mm x 3 000 mm;
- Bei einem Behangabstand größer 100 mm bis max. 200 mm muss der Tabellenwert um 2 Stufen vermindert werden;
- Bei einem Behangabstand größer 200 mm bis max. 300 mm muss der Tabellenwert um 3 Stufen vermindert werden;
- Bei größeren Abständen, freistehenden Anlagen, geöffneten Fenstern und im Eckbereich kann die Tabelle nicht angewendet werden;
- Horizontal- und Bogenanlagen fallen nicht in den Anwendungsbereich der Einsatzempfehlungen.
- Die Herstellerangaben zu abweichenden Windgrenzwerten und Besonderheiten bei der Montage sind zu beachten.

Empfohlene Windgrenzwerte in m/s für Markisen mit Seitensaumführung											
Höhe in m	Anlagenbreite in m										
	≤ 1	> 1 bis 1,5	> 1,5 bis 2	> 2 bis 2,5	> 2,5 bis 3	> 3 bis 3,5	> 3,5 bis 4	> 4 bis 4,5	> 4,5 bis 5	> 5 bis 5,5	> 4,5 bis 6
≤ 1	24	24	24	24	21	21	21	21	21	17	17
> 1 bis 1,5	24	24	24	21	21	17	17	17	17	17	17
> 1,5 bis 2	24	24	21	21	17	17	13	13	13	13	13
> 2 bis 2,5	24	21	21	17	17	13	13	13	13	13	12
> 2,5 bis 3	24	21	17	17	13	13	13	13	13	13	10
> 3 bis 3,5	21	17	17	13	13	13	13	13	10	10	10
> 3,5 bis 4	21	17	13	13	13	13	13	10	10	10	10
> 4 bis 4,5	21	17	13	13	13	13	10	10	10	10	10
> 4,5 bis 5	21	17	13	13	13	10	10	10	10	10	10
> 5 bis 5,5	21	17	13	13	13	10	10	10	10	10	10
> 5,5 bis 6	21	17	13	13	10	10	10	10	10	10	10

Tabelle 16: Empfohlene Windgrenzwerte für seitensaumgeführte senkrechte Markisen

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.

Der informative Anhang C der DIN 18073 [7] enthält Beispiele für Lastannahmen. Der Abschnitt C.3 beschreibt senkrechte Behänge, vor allen in Vorbausystemen, bei denen Führungsschienen und Kasten eine Einheit bilden. Diese Festlegungen werden unter Punkt 6.3 dieser Richtlinie erläutert.

Alle anderen Produkte werden in den Abschnitten 6.1 und 6.2 behandelt, wobei die betreffenden Berechnungsvorschläge aus C.3 berücksichtigt werden.

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 Belas-

tung 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 einschlägigen Produktnormen von 2015 als Mindestwert für die Bemessung der Konstruktion vorgesehen.

6.2 Einfahrbare Behänge

In diesem Kapitel werden die Winddrücke auf einfahrbare Behänge aufgrund der Einsatzempfehlungen in Abschnitt 5 wiedergegeben.

Wenn herstellerseitig andere Angaben vorliegen, vor allem zu max. Windgeschwindigkeiten, so kann der Winddruck nach dieser Formel berechnet werden:

$$p = 0,5 \cdot \rho \cdot c_p \cdot v^2$$

Legende

p Winddruck

ρ Dichte Luft, normativ 1,25 kg/m³

c_p Druckdifferenz

v Windgeschwindigkeit

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

Eine Ausnahme besteht bei Zargenmontage mit Dichtungen, dann sind die Läden als luftdicht zu betrachten. Es gelten dann die Lastwerte wie bei festen Bauteilen.

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 in den Tabellen 11-14 angegeben ist. Dabei kann der c_p -Wert aus DIN 18073 Anhang C.3.3.2 verwendet werden, der bei Außenjalousien und Raffstores 0,18 wie bei Rollläden beträgt.

Der berechnete Winddruck auf die Behänge ist bei:

- 17 m/s: 33 N/m²;
- 13 m/s: 19 N/m²;
- 10 m/s: 11 N/m²;
- 8 m/s: 7 N/m²
- 5 m/s: 3 N/m².

6.2.4 Senkrechte Markisen

Bei luftdurchlässigen Behängen ist der c_p -wert vom sogenannten Öffnungsfaktor abhängig, also dem Anteil der „Luftöffnungen“.

Die Werte sind:

- $c_p = 1$ bei luftdichten Behängen, Öffnungsfaktor $\leq 0,75$ %;
- $c_p = 0,66$ bei einem Öffnungsfaktor < 3 % für Sog, da dieser Wert höher ist;
- $c_p = 0,18$ bei einem Öffnungsfaktor ≥ 3 %.

Dabei ist der Winddruck anzusetzen, der sich aus der Windgeschwindigkeit ergibt, bei der nach den Tabellen 15 und 16 die Behänge eingefahren werden müssen.

Hierzu auch wieder einige berechnete Werte:

Winddruck in N/m ² auf textile Behänge			
Windgeschwindigkeit in m/s	$c_p = 1$	$c_p = 0,66$	$c_p = 0,18$
24	360	230	65
21	276	183	50
17	181	119	33
13	106	70	19
10	63	41	11
8	40	26	7
6	23	15	4

Tabelle 17: Winddruck textile Behänge

6.2.5 Gelenkarmmarkisen

Das Berechnungsprinzip für Gelenkarmmarkisen im ausgefahrenen Zustand ist im Tabellenbuch Rollläden + Sonnenschutz [8] im Abschnitt 6.10.4 dargestellt.

Eine ausführliche Darstellung der verschiedenen Montagearten wird in der ITRS-Richtlinie Montage Gelenkarmmarkisen [9] beschrieben.

Hinweise: In der Richtlinie sind die durch die Befestigung abzutragenden Querkräfte nicht berücksichtigt, außer bei Befestigungen an Dachsparren, aber auch nur teilweise.

Eine Berücksichtigung dieser Querkräfte aus Windlast und aller Gewichtskräfte der Markisenkonstruktion ist aber unbedingt erforderlich.

Dabei sind vor allem die Querverschiebungen der Befestigungskonsolen und der dazugehörigen Befestigungsmittel aus Gründen einer sicheren Abdichtung gegen Wasser zu beachten.

Die Belastung durch die Drehmomente und die Querkräfte ist im ausgefahrenen Zustand auf die Befestigungsmittel signifikant höher als im eingefahrenen Zustand.

Es ist also keine weitere Berechnung erforderlich.

6.2.6 Wintergartenmarkisen

Gemäß Abschnitt 5.4 ist es empfohlen, die Anlagen bei einer Windgeschwindigkeit von max. 12 m/s einzufahren. Der dabei auftretende Winddruck beträgt 90 N/m².

6.3 Vorbausysteme

Der Anhang C.3 der DIN 18073 gilt für Rollläden, Außenjalousien, Raffstores und textile Außenbeschattung mit und ohne Seitensaumführung.

Dabei wird unterschieden zwischen Schienenführung mit Distanz- oder Direktmontage und Seilführung.

Maßgebend für die Bemessung der Befestigung sind die in Abschnitt 6.1 (Feste Bauteile) und 6.2 (Einfahrbare Behänge) angegebenen Windlasten.

Die Lastannahmen in diesem Abschnitt beruhen auf den Angaben im Anhang C.3, sind aber praxisgerechter gestaltet und teilweise korrigiert.

6.3.1 Schienengeführte Anlagen

Bei schienengeführten Anlagen treten an den Befestigungspunkten Kräfte in den drei Hauptrichtungen auf. Bild 3 zeigt diese Kräfte an einem Führungsschienenhalter, diese gelten adäquat auch für Kräfte an anderen Befestigungspunkten.

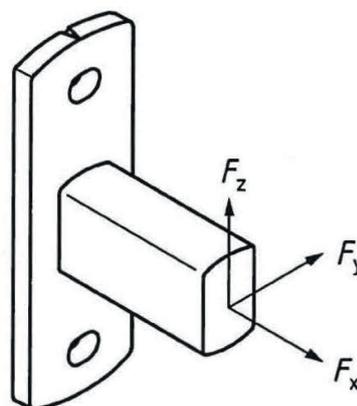


Bild 3: Wirkrichtung der Kräfte

Hinweis:

Die Kräfte treten auch entgegengesetzt der Pfeilrichtung auf!

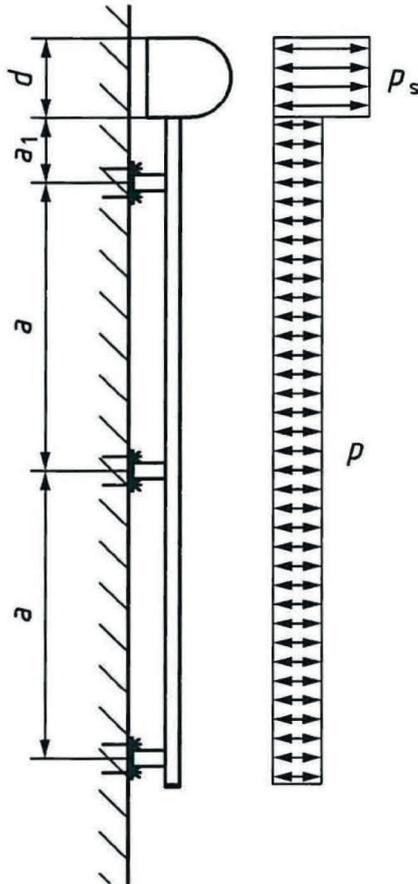


Bild 4: Maße und Kräfte bei schienengeführten Anlagen

6.3.1.1 Kräfte F_x aus Windlast

Unabhängig von der Ausführung treten an den mittleren Befestigungspunkten die höchsten Kräfte aus der Windlast auf den Behang auf. Die Formel (1) ist:

$$F_x = p \cdot \frac{b}{2} \cdot a$$

Legende

- F_x Kraft in x-Richtung
- p Winddruck bzw. Sog auf Behang
- b Abstand der Befestigungspunkte waagrecht
- a Abstand der Befestigungspunkte senkrecht

Wenn der Kasten nicht separat befestigt wird, sondern von den Schienen getragen wird, so ist die Windlast auf den Kasten zu berücksichtigen. Am oberen Befestigungspunkt der äußeren Schiene treten folgende Kräfte auf (Formel 2):

$$F_x = \left(p \cdot \left(\frac{a}{2} + a_1 \right) + p_1 \cdot d \right) \cdot \frac{b}{2}$$

Legende: wie vor, zusätzlich:

- a_1 Abstand oberer Befestigungspunkt - UK Kasten
- p_1 Winddruck auf Kasten (p_s in Grafik)
- d Höhe Kasten

Da für die Anlage in der Regel an allen Befestigungspunkten die gleichen Befestigungsmittel verwendet werden, ist der höhere der beiden F_x -Werte für die Bemessung zu verwenden.

Bei mehrteiligen Anlagen tritt an den jeweils mittleren Schienen die Kraft $2 \cdot F_x$ auf.

Wird der Kasten getrennt befestigt, so ist die Kraft auf die Kastenbefestigung (Formel 3):

$$F_x = p_1 \cdot d \cdot b$$

Hinweis

Bei Anlagen mit größerer Breite wird von den Herstellern eine Zusatzbefestigung des Kastens verlangt.

Dies ist zum einen erforderlich, da die Verbindung zwischen Schienen und Kasten nur für eine begrenzte Belastung ausgelegt ist, zum anderen dient es der Formstabilität.

Bei der Bemessung der Befestigung der Schienen ist es empfehlenswert, diese Zusatzbefestigung nicht zu berücksichtigen.

6.3.1.2 Kräfte F_y aus Windlast

Bei Raffstores mit Schienenführung und seitensaumgeführten textilen Behängen treten durch die Durchbiegung der Behänge auch Kräfte in y-Richtung auf.

Bei Raffstores können diese Kräfte in Abhängigkeit vom seitlichen Spiel gering ausfallen, es ist aber empfehlenswert, die maximal möglichen Kräfte für die Bemessung der Befestigung zu verwenden.

Rollläden und textile Behänge ohne Seitensaumführung übertragen bei Durchbiegung durch Windbelastung keine Kräfte in y-Richtung.

Raffstores

Bei Raffstores, bei denen die Lamellen beidseitig genippelt sind, ist die Kraft in y-Richtung an den mittleren Befestigungspunkten der äußeren Schienen (Formel 4):

$$F_y = 1,75 \cdot p \cdot b^{1,5} \cdot a$$

Bei mehrteiligen Anlagen mit gleichgroßen Behängen können die Kräfte in gleicher Höhe auftreten, aber in gegengesetzter Richtung und sich theoretisch aufheben. Da dies aber nicht sicher ist, sollte die nach Formel 4 berechnete Kraft in y-Richtung an den mittleren Schienen für einen Behang für die Bemessung der Befestigung berücksichtigt werden. Sind die Behänge ungleich breit, so muss die höhere Belastung angesetzt werden.

Bei wechselseitig genippten Lamellen sind die ermittelten Kräfte mit 0,1 zu multiplizieren.

Textile Behänge

Bei seitensaumgeführten Textilien gilt für die auftretende Kraft in y-Richtung (Formel 5):

$$F_y = 1,45 \cdot p \cdot b^{1,5} \cdot a$$

Bei mehrteiligen Anlagen mit gleichgroßen Behängen können sich diese Kräfte an den mittleren Schienen wieder gegenseitig aufheben. Da dies aber nicht sicher angenommen werden kann, z. B. bei ungleichmäßiger Windanströmung, so sollte ebenfalls die Kraft nach Formel 5 für die Bemessung wie bei den Raffstores angesetzt werden.

6.3.1.3 Kräfte F_z

In z-Richtung sind nur die Eigengewichtskräfte G der Anlage abzutragen.

Diese werden gleichmäßig auf die Anzahl der Befestigungspunkte n verteilt nach (Formel 6):

$$F_z = \frac{G}{n}$$

Sofern der Kasten nicht separat befestigt wird, ist das Gewicht incl. Behang und Antrieb gleichmäßig verteilt anzusetzen.

6.3.2 Seilgeführte Anlagen

Bei seilgeführten Anlagen wird die Windlast F_x über die Seilspannung auf die oberen und unteren Befestigungspunkte übertragen.

Die Windlast verteilt sich gleichmäßig auf die vier Befestigungspunkte (Formel 7):

$$F_x = p \cdot \frac{h}{2} \cdot \frac{b}{2}$$

Legende

- F_x Kraft in x-Richtung
- p Winddruck nach 6.2.3
- h sichtbare Behanghöhe
- b Behangbreite

Bei Mittelabspannung, sowohl bei Seil oder Schiene als äußere Führung, ist der 2-fache Wert von F_x anzusetzen.

Auf die Befestigungspunkte wirkt die Seilkraft in z-Richtung, welche mit $F_z = 350 \text{ N}$ angenommen werden kann.

Eine Belastung in y-Richtung tritt nicht auf.

Auf die Befestigung des Kastens wirken:

- die Windlast nach Formel 3
- die doppelte Windlast nach Formel 7
- die komplette Eigengewichtskraft G der Anlage
- die doppelte Kraft F_z

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich diese Kräfte gleichmäßig auf die einzelnen Befestigungsmittel des Kastens verteilt werden.

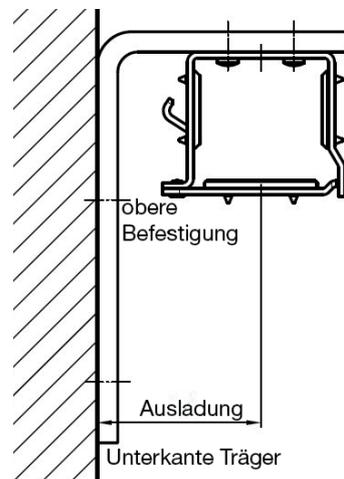
6.3.3 Resultierende Kräfte

Während die Kraft F_x in der Regel als Auszugskraft wirkt, bilden die Kräfte F_y und F_z eine Querkraft F_q (Formel 7):

$$F_q = \sqrt{F_y^2 + F_z^2}$$

Bei Anlagen, die mit Distanz montiert werden, sind ggf. auch Drehmomente und die daraus entstehenden Auszugskräfte zu beachten. Vor allem bei größeren Abständen können diese beachtliche Werte annehmen.

Eine ausführliche Erläuterung und Begründung ist im Kompendium Befestigungstechnik des BVRS im Abschnitt 5.2 enthalten.



Das nebenstehende Bild 5 zeigt schematisch die Maße bzw. die Messpunkte für die Berechnung der Auszugskraft durch F_z (Formel 8). Sinngemäß kann die Formel auch für F_y verwendet werden.

$$F_a = \frac{F_n \cdot l_a}{l_b}$$

Legende

- F_a Auszugskraft obere Befestigung
- F_n Kraft aus F_y oder F_z
- l_a Ausladung bzw. Montageabstand
- l_b Abstand obere Befestigung / Unterkante Träger

Hinweise:

Die Kraft F_n wirkt immer im Abstand l_a zum Befestigungsuntergrund.

Wenn nur ein Befestigungspunkt in Kraftrichtung vorhanden ist, so ist sinngemäß nur der Abstand zur Seitenkante zu verwenden.

6.3.4 Befestigungsmittel

Unabhängig davon, ob für die Montage Befestigungsmittel mit bauaufsichtlicher Zulassung verwendet werden müssen, ist immer eine sichere Befestigung vorzunehmen.

Eine wertvolle Hilfe sind die Lasttabellen, die von den Herstellern zur Verfügung gestellt werden. Damit sind die üblichen Montagesituationen abgedeckt.

In besonderen Fällen kann es jedoch erforderlich sein, die vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zur Verfügung gestellten Europäischen Technischen Bewertungen, kurz ETA genannt, heranzuziehen.

In den Lasttabellen sind abhängig vom Befestigungsuntergrund die jeweils zulässigen axialen Zuglasten, die Querlasten oder die Angaben für Zuglast, Querlast und Schrägzug unter jedem Winkel angegeben.

Dadurch kann es erforderlich sein, die Belastung für den Schrägzug nach Formel 9 zu ermitteln:

$$F_{\text{schräg}} = \sqrt{F_x^2 + F_q^2}$$

Legende

$F_{\text{schräg}}$ Schrägzug

F_x Auszugslast

F_q resultierende Querlast

6.4 Beispiele

6.4.1 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. Diese muss gleichmäßig von allen Befestigungsmitteln der Führungsschienen aufgenommen werden.

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.

6.4.2 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 der Innenkante der Fensteröffnung angebracht, drei Befestigungspunkte (Langschaftdübel) sind vorhanden, Abstände $a = 520 \text{ mm}$, $a_1 = 120 \text{ mm}$. Die Unterkante des nur an den Führungsschienen befestigten Rollladenkastens ($d = 140 \text{ mm}$) 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 Berechnung erfolgt nach Abschnitt 6.3.1.1 dieser Richtlinie. Dabei sind:

$p = 100 \text{ N/m}^2$, $b = 1406 \text{ mm}$, $p_1 = 800 \text{ N/m}^2$, dies ergibt:

F_x (Mitte Schiene) = 37 N (gerundet);

F_x (oben) = 150 N (gerundet);

damit sind $F_x = 150 \text{ N}$ anzusetzen.

Aus dem Gesamtgewicht m (Masse) ergibt sich eine Gewichtskraft von 93 N, verteilt auf die 6 Befestigungspunkte ist $F_z = 16 \text{ N}$ (gerundet).

Bei Langschaftdübeln ist die Last als Schrägzug anzusetzen, nach Formel 9 (mit $F_q = F_z$) ergibt sich:

$F_{\text{schräg}} = 151 \text{ N}$ (vernachlässigbar).

6.4.3 Raffstore

Außenraffstores Flachlamellen mit Seilführung, Fassadenmontage 25 cm Seil-Abstand, Spannwinkel Grundplatte siehe nebenstehendes Bild 6, Befestigungsuntergrund Metall.

Anlage Lamellenmaß 230 cm, Anlagenhöhe 300 cm, Blende 20 cm hoch, 240 cm lang, Blenden-Befestigung mit drei Blendenkonsolen (Randsituation Bild 7) auf Metallfassade.

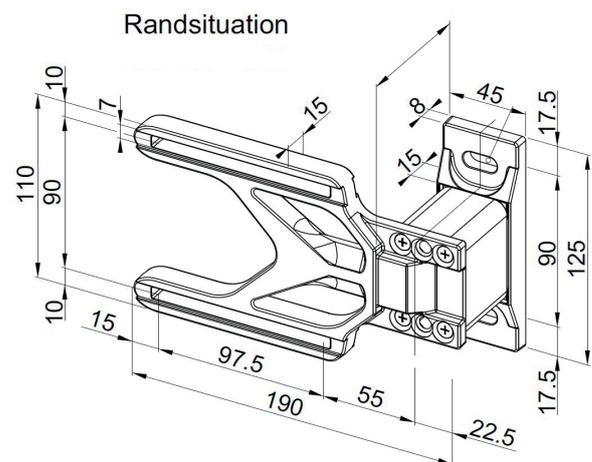
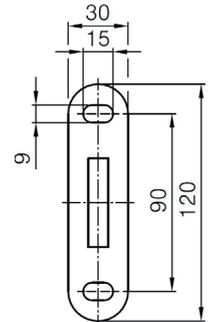


Bild 7: Äußere Blendenkonsole

Für die Windlast auf den ausgefahrenen Behang ist in Tabelle 11 ein Windgrenzwert von 10 m/s angegeben. Da jedoch der Montageabstand größer als 200 mm beträgt, ist eine Abminderung auf 8 m/s vorzunehmen (eine Stufe). Der zugeordnete Winddruck nach Abschnitt 6.2.3 beträgt 7 N/m^2 , multipliziert mit der sichtbaren Behangfläche ($2,3 \times 2,8 \text{ m}$) ergibt dies im ausgefahrenen Zustand auf die Endpunkte der vier Seilführungen eine gesamte Kraft $F_{x,\text{Behang}} = 45 \text{ N}$.

Auf jeden Endpunkt wirkt aus der Windlast eine Kraft $F_{x,\text{Endpunkt}} = 11 \text{ N}$ (gerundet).

Aus der Seilspannung wirkt auf die Endpunkte der vier Seilführungen jeweils eine Kraft $F_{z,Seil} = 350 \text{ N}$.

Kräfte an den Spann winkeln

Bei zwei Befestigungsschrauben wirkt auf jede Schraube eine Auszugskraft $F_{x,S} = 6 \text{ N}$ (gerundet).

Die Seilkraft verteilt sich idealerweise gleichmäßig auf beide Schrauben, $F_{z,S} = 175 \text{ N}$.

Durch die Kraftverschiebung von $F_{z,Seil}$ auf die Anschraubfläche entsteht ein Drehmoment, die dadurch auf die untere Schraube wirkende Auszugskraft F_x wird nach Formel 8 berechnet, und zwar mit:

$F_n = 350 \text{ N}$, $l_a = 250 \text{ mm}$, $l_b = 105 \text{ mm}$, dadurch wird die Kraft auf die untere Schraube $F_{x,S,unten} = F_a = 834 \text{ N}$.

Durch diese Kräfte wird die untere Schraube durch die Kräfte $F_{x,res,S} = F_{x,S} + F_{x,S,unten} = 840 \text{ N}$ auf Auszug belastet.

Hinzu kommt noch die Belastung aus der Seilkraft als Querkraft $F_{z,S} = 175 \text{ N}$.

Diese Querkraft könnte evtl. durch Reibkräfte abgetragen werden. Es ist jedoch sinnvoll zu prüfen, ob die nach Formel 9 aus den einwirkenden Kräften gebildete Schrägkraft wesentlich höher ist als $F_{x,res,S}$.

Die Schrägzugkraft beträgt 858 N, ist also nur unwesentlich höher als $F_{x,res,S}$.

Die Bemessung der Schrauben der Spann winkeln kann also in diesem Beispiel für eine Last von 840 N vorgenommen werden.

Kräfte an der Blendenbefestigung

Die Windlast auf die festen Teile wird mit 800 N/m^2 angesetzt, für die Blende beträgt $F_{x,Blende} = 384 \text{ N}$ nach Formel 3.

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Windlast gleichmäßig auf die drei Blendenhalter verteilt, damit ist $F_{x,Blendenhalter} = 128 \text{ N}$.

Die komplette Eigenlast muss von der Blendenbefestigung aufgenommen werden. Das Gewicht (Masse) des Raffstores beträgt ca. 21 kg, das der Blende ca. 12 kg. Diese Gewichte bewirken nach Formel 6 bei drei Blendenhaltern eine Kraft $F_{z,Blendenhalter} = 108 \text{ N}$.

Es ist davon auszugehen, dass die Kräfte $F_{x,Endpunkt}$ sowie $F_{z,Seil}$ ausschließlich von den äußeren Blendenhaltern aufgenommen werden, so ist der mittlere Halter weniger belastet.

Auf die äußeren Blendenhalter wirken in x-Richtung die Kräfte $F_{x,Blendenhalter} = 128 \text{ N}$ und $F_{x,Endpunkt} = 11 \text{ N}$. Diese verteilen sich gleichmäßig auf die obere und die untere Schraube, damit ist $F_{x,S} = 70 \text{ N}$.

In z-Richtung wirken die Kräfte $F_{z,Blendenhalter} = 108 \text{ N}$ und $F_{z,Seil} = 350 \text{ N}$. Diese verteilen sich wieder gleichmäßig auf die beiden Schrauben, damit ist $F_{x,S} = 230 \text{ N}$.

Durch die Kraftverschiebung von $F_{z,Seil}$ und $F_{z,Blendenhalter}$ auf die Anschraubfläche entsteht wieder ein Drehmoment, die dadurch auf die obere Schraube wirkende Auszugskraft F_x wird nach Formel 8 berechnet, und zwar mit:

$F_n = 458 \text{ N}$, $l_a = 250 \text{ mm}$, $l_b = 107,5 \text{ mm}$, dadurch wird die Kraft auf die untere Schraube $F_{x,S,oben} = F_a = 1065 \text{ N}$.

Zu dieser Kraft kommt noch die Auszugskraft aus der Windlast.

Dadurch wird $F_{x,res,oben} = 1065 \text{ N} + 70 \text{ N} = 1135 \text{ N}$.

In z-Richtung wirkt auf jede Schraube eine Belastung von 54 N. Die Schrägzugkraft beträgt demzufolge nur 1137 N und kann vernachlässigt werden.

6.4.4 Fassadenmarkise Schienenführung

Fassadenmarkise mit Schienenführung 40 mm Durchmesser, Schienenabstand 75 mm, Montage Rundblende 150 mm auf Schiene, Anlagenbreite (Mitte Schienen) 150 cm, Anlagenhöhe (Mitte Rundblende) 200 cm, Bespannung Acryl, sichtbares Stoffmaß 138 x 192 cm, Fallrohr beschwert, Öffnungsfaktor Tuch kleiner als 3 %, 2 Schienenhalter mit Abstand a_1 , 180 mm (Bild 4), Lochabstand 90 mm bei Grundplattenhöhe 120 mm, Anlagengewicht 27 kg.

Bei schienengeführten Fassadenmarkisen wird die Windlast auf das Tuch durch das Fallrohr und die Tuchwelle aufgenommen. Die empfohlene max. Windgeschwindigkeit beträgt 10 m/s gemäß Tabelle 15, bei einem Öffnungsfaktor von unter 3 % beträgt der C_p -Wert 0,66 nach Abschnitt 6.2.4. In der zugehörigen Tabelle 17 ist ein Winddruck von 41 N/m² angegeben, was bei dem Stoffmaß eine Belastung $F_x = 109 \text{ N/m}^2$ ergibt. Auf die beiden Führungszapfen des Fallrohres wirken davon je 27 N, während die Tuchwelle und damit die Rundblende mit 54 N belastet ist.

Obwohl die Rundblende aerodynamisch günstig ist, sind für die Windbelastung 800 N/m² anzusetzen, was bei einer Blendengröße von 150 x 1540 mm eine Belastung $F_{x,Kasten} = 185 \text{ N}$ ergibt.

Zusammen mit der Windlast wirkt auf den Kasten eine Belastung $F_x = 239 \text{ N}$ ein, die hälftig auf die Führungsschienenhalter aufgeteilt wird (120 N).

Da diese Belastung wesentlich höher ist als die an den Führungszapfen, soll nur die obere Schienenbefestigung für die Bemessung herangezogen werden.

Bei einem Anlagengewicht $m = 27 \text{ kg}$ tritt eine Eigengewichtskraft von 265 N auf, welche mit 4 Schienenhaltern nach Formel 6 eine Belastung $F_z = 66 \text{ N}$ ergibt.

An einen oberen Führungsschienenhalter tritt dadurch mit $F_x = 120 \text{ N}$ und $F_z = 66 \text{ N}$ eine Schrägbelastung von 137 N auf, die von zwei Befestigungsmitteln aufgenommen werden muss.

Auf eine Betrachtung der durch die Kraftverschiebung entstehenden Drehmomente kann verzichtet werden, da durch die Konstruktion der Anlage und die geringen Abstände eine wesentliche Erhöhung der Belastung der Befestigung nicht zu erwarten ist.

Jedes Befestigungsmittel ist deshalb für eine Belastung von ca. 70 N auszulegen, und zwar für Schrägzug.

7 Literaturverzeichnis

- [1] DIN EN 13561 Markisen – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen;
- [2] DIN EN 13659 Abschlüsse außen – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen;
- [3] Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), konkretisiert die Anforderungen der Landesbauordnungen (LBO), 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] DIN 18073 Rollläden, Markisen und sonstige Abschlüsse im Bauwesen - Begriffe und Kriterien zur Anwendung
- [8] Tabellenbuch Rollläden und Sonnenschutz, Bundesverband Rollläden + Sonnenschutz e.V., Bonn
- [9] Richtlinie zur technischen Beratung, zum Verkauf und zur Montage von Gelenkarmmarkisen, Industrieverband Technische Textilien – Rollläden – Sonnenschutz e.V., Mönchengladbach

Es gibt auch die Möglichkeit, Normen mit einem Online-Abonnement anzusehen und ggf. auch auszudrucken. Hier sind insbesondere die Sammlung Planen und Bauern des Fachverlages Rudolf Müller (RM) und das Normenportal Fenster-Türen-Tore (FTT) des Beuth-Verlages zu nennen. Letzteres wird in Kooperation mit dem ift Rosenheim laufend aktualisiert.

Der Alleinvertrieb der DIN-Normen als Druckfassung erfolgt durch den Beuth-Verlag Berlin, Herausgeber ist das DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin. Dies können sowohl Einzelnormen als auch Normensammlungen in Buchform sein.

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.

Bildnachweis: DIBt, DIN, DWD

Bonn, im April 2024

Im Namen des Herausgebers:

Dipl.-Ing. Björn Kuhnke

Dipl.-Ing.(FH) Gerhard Rommel

Technisches Kompetenzzentrum des BVRS



In Zusammenarbeit mit:

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



Bundesverband Rollläden + Sonnenschutz e.V.

Hopmannstraße 2 · 53177 Bonn
Telefon: 0228 95210-0 · Telefax: 0228 95210-10
info@rs-fachverband.de · www.rs-fachverband.de