

DIN EN 1991-1-4/NA

ICS 91.010.30

Mit DIN EN 1991-1-4:2010-12
Ersatz für
DIN 1055-4:2005-03 und
DIN 1055-4
Berichtigung 1:2006-03

**Nationaler Anhang –
National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke –
Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten**

National Annex –
Nationally determined parameters –
Eurocode 1: Actions on structures –
Part 1-4: General actions - Wind actions

Annexe Nationale –
Paramètres déterminés au plan national –
Eurocode 1: Actions sur les structures –
Partie 1-4: Actions générales - Actions du vent

Gesamtumfang 41 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN



Vorwort

Dieses Dokument wurde vom NA 005-51-02 AA „Einwirkungen auf Bauten“ (Sp CEN/TC 250/SC 1)“ erstellt.

Dieses Dokument bildet den Nationalen Anhang zu DIN EN 1991-1-4:2010-12, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen, Windlasten*.

Die Europäische Norm EN 1991-1-4 räumt die Möglichkeit ein, eine Reihe von sicherheitsrelevanten Parametern national festzulegen. Diese national festzulegenden Parameter (en: *Nationally determined parameters*, NDP) umfassen alternative Nachweisverfahren und Angaben einzelner Werte, sowie die Wahl von Klassen aus gegebenen Klassifizierungssystemen. Die entsprechenden Textstellen sind in der Europäischen Norm durch Hinweise auf die Möglichkeit nationaler Festlegungen gekennzeichnet. Eine Liste dieser Textstellen befindet sich im Unterabschnitt NA 2.1. Darüber hinaus enthält dieser Nationale Anhang ergänzende nicht widersprechende Angaben zur Anwendung von DIN EN 1991-1-4:2010-12 (en: *non-contradictory complementary information*, NCI).

Dieser Nationale Anhang ist Bestandteil von DIN EN 1991-1-4:2010-12.

DIN EN 1991-1-4:2010-12 und dieser Nationale Anhang DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 ersetzen DIN 1055-4:2005-03.

Änderungen

Gegenüber DIN 1055-4:2005-03 und DIN 1055-4 Berichtigung 1:2006-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Übernahme der Regelungen aus DIN 1055-4 zur nationalen Anwendung von DIN EN 1991-1-4.

Frühere Ausgaben

DIN 1055-4: 1938xxx-06, 1977-05, 1986-08, 2005-03

DIN 1055-4 Bbl: 1939-06, 1941-02

DIN 1055-4/A1: 1987-06

DIN 1055-4 Berichtigung 1: 2006-03

NA.1 Anwendungsbereich

Dieser Nationale Anhang liefert nationale „Regeln zur Bestimmung der Einwirkungen aus natürlichem Wind auf für die Bemessung von Gebäuden und ingenieurtechnischen Anlagen betrachteten Lasteinzugsflächen“, die bei der Anwendung von DIN EN 1991-1-4:2010-12 in Deutschland zu berücksichtigen sind.

Dieser Nationale Anhang gilt nur in Verbindung mit DIN EN 1991-1-4:2010-12.

NA.2 Nationale Festlegungen zur Anwendung von DIN EN 1991-1-4:2010-12

NA.2.1 Allgemeines

DIN EN 1991-1-4:2010-12 weist an den folgenden Textstellen die Möglichkeit nationaler Festlegungen aus (NDP).

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| — 1.1 (11) Anmerkung 1 | — 7.6 (1) Anmerkung 1 |
| — 1.5 (2) | — 7.7 (1) Anmerkung 1 |
| — 4.1 (1) | — 7.8 (1) |
| — 4.2 (1)P Anmerkung 2 | — 7.10 (1) Anmerkung 1 |
| — 4.2 (2)P Anmerkungen 1, 2, 3 und 5 | — 7.11 (1) Anmerkung 2 |
| — 4.3.1 (1) Anmerkungen 1 und 2 | — 7.13 (1) |
| — 4.3.2 (1) | — 7.13 (2) |
| — 4.3.2 (2) | — 8.1 (1) Anmerkungen 1 und 2 |
| — 4.3.3 (1) | — 8.1 (4) |
| — 4.3.4 (1) | — 8.1 (5) |
| — 4.3.5 (1) | — 8.2 (1) Anmerkung 1 |
| — 4.4 (1) Anmerkung 2 | — 8.3 (1) |
| — 4.5 (1) Anmerkungen 1 und 2 | — 8.3.1 (2) |
| — 5.3 (5) | — 8.3.2 (1) |
| — 6.1 (1) | — 8.3.3 (1) Anmerkung 1 |
| — 6.3.1 (1) Anmerkung 3 | — 8.3.4 (1) |
| — 6.3.2 (1) | — 8.4.2 (1) Anmerkungen 1 und 2 |
| — 7.1.2 (2) | — A.2 (1) |
| — 7.1.3 (1) | — E.1.3.3 (1) |
| — 7.2.1 (1) Anmerkung 2 | — E.1.5.1 (1) Anmerkungen 1 und 2 |
| — 7.2.2 (1) | — E.1.5.1 (3) |
| — 7.2.2 (2) Anmerkung 1 | — E.1.5.2.6 (1) Anmerkung 1 |
| — 7.2.8 (1) | — E.1.5.3 (2) Anmerkung 1 |
| — 7.2.9 (2) | — E.1.5.3 (4) |
| — 7.2.10 (3) Anmerkungen 1 und 2 | — E.1.5.3 (6) |
| — 7.4.1 (1) | — E.3 (2) |
| — 7.4.3 (2) | |

Darüber hinaus enthält NA 2.2 ergänzende nicht widersprechende Angaben zur Anwendung von DIN EN 1991-1-4:2010-12. Diese sind durch ein vorangestelltes „NCI“ gekennzeichnet.

- 1.1 (2)
- 1.1 (6)
- 1.2
- 7.2.3
- Anhänge A bis V
- Literaturhinweise

NA.2.2 Nationale Festlegungen

Die nachfolgende Nummerierung entspricht der Nummerierung von DIN EN 1991-1-4:2010-12 bzw. ergänzt diese.

1 Allgemeines

1.1 Geltungsbereich

NCI zu 1.1 (2)

Diese Norm darf aufgrund des in Deutschland gültigen Windprofils für Bauwerke bis zu einer Höhe von 300 m angewendet werden.

NCI zu 1.1 (6)

Die informativen Anhänge B und C sind in Deutschland nicht anzuwenden. Vielmehr gilt Anhang NA.C.

NDP zu 1.1 (11), Anmerkung 1

Diese Norm gilt für Bauwerke bis zu einer Höhe von 300 m. Diese Norm gibt keine Hinweise für die Berücksichtigung böenerregter Schwingungen, sofern höhere Schwingungsformen dazu einen merklichen Beitrag liefern. Diese Norm enthält keine Regeln für die Bestimmung der Windeinwirkungen auf kleinformatige, hinterströmbare Dach- und Wandbekleidungen. Hierzu wird auf die entsprechenden Fachregeln verwiesen.

1.2 Normative Verweise

NCI zu 1.2

NA DIN EN 1991-1-4, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*

NA DIN EN 12811-1:2004-03, *Temporäre Konstruktionen für Bauwerke — Teil 1: Arbeitsgerüste — Leistungsanforderungen, Entwurf, Konstruktion und Bemessung*

1.5 Belastungsansätze basierend auf Versuchen und Messungen

NDP zu 1.5 (2)

Falls Windkanalversuche herangezogen werden, ist hierfür ein geeigneter Grenzschichtwindkanal (z. B. entsprechend dem WTG-Merkblatt ‚Windkanalversuche in der Gebäudeaerodynamik‘, Windtechnologische Gesellschaft WTG e. V.) zu verwenden, in dem die Profile der mittleren Windgeschwindigkeit und der Turbulenzintensität hinreichend genau modelliert werden. Die Messungen und deren Auswertung sind mit geeigneten Verfahren durchzuführen.

4 Windgeschwindigkeit und Geschwindigkeitsdruck

4.1 Berechnungsgrundlagen

NDP zu 4.1 (1)

Die in Deutschland gültigen Angaben zur mittleren Windgeschwindigkeit v_m zum Spitzen- bzw. Böengeschwindigkeitsdruck und zur Turbulenzintensität sind im Anhang NA.B dieses nationalen Anhangs angegeben.

4.2 Basiswindgeschwindigkeit

NDP zu 4.2 (1)P, Anmerkung 2

Die Basisgeschwindigkeiten für Deutschland sind in der Windzonenkarte im Anhang NA.A dieses Nationalen Anhangs angegeben.

NDP zu 4.2 (2)P, Anmerkung 1

Der Einfluss der Meereshöhe wird nach Anhang NA.A erfasst.

NDP zu 4.2 (2)P, Anmerkung 2

Der empfohlene Wert wird übernommen, d. h. die Windlast ist unabhängig von der Himmelsrichtung mit dem vollen Rechenwert des Geschwindigkeitsdruckes wirkend zu berechnen. Eine genauere Berücksichtigung des Einflusses der Windrichtung ist zulässig, wenn hierüber ausreichend gesicherte statistische Erkenntnisse vorliegen.

NDP zu 4.2 (2)P, Anmerkung 3

Der empfohlene Wert wird übernommen.

NDP zu 4.2 (2)P, Anmerkung 5

In Deutschland gelten die Werte $K = 0,1$ und $n = 1$. In Gleichung (4.2) gilt $p \leq 0,02$, es sei denn, aufgrund kürzerer Nutzungsdauern sind höhere Werte gerechtfertigt.

4.3 Mittlerer Wind

4.3.1 Höhenabhängigkeit

NDP zu 4.3.1 (1), Anmerkung 1

Die Basiswindgeschwindigkeit in Anhang NA.A enthält keinen Topographieeinfluss. Ist ein Topographieeinfluss zu berücksichtigen, so wird er nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, A3, durch den Topographiefaktor c_o erfasst.

NDP zu 4.3.1 (1), Anmerkung 2

Der Anhang NA.A enthält die Basiswindgeschwindigkeit v_b . Der Anhang NA.B regelt in den Tabellen NA.B.2 und NA.B.4 die Zunahme der mittleren Windgeschwindigkeit mit der Höhe z .

4.3.2 Geländerauhigkeit

NDP zu 4.3.2 (1)

Das empfohlene Verfahren wird nicht übernommen. Anstelle des in Gleichung (4.4) verwendeten logarithmischen Windprofils gilt in Deutschland das Potenzprofil. Es ergibt auch oberhalb einer Höhe von $z = 200$ m bis zu $z = 300$ m zutreffende Werte der Windgeschwindigkeit. Der Rauigkeitsbeiwert c_r für die 4 Geländekategorien in Anhang NA.B beträgt:

$$c_r = \frac{v_m(z)}{v_m(10)} = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{0,05} \right)^{0,07} \ln \left(\frac{10}{z_0} \right) \times \left(\frac{z}{10} \right)^\alpha \quad (\text{NA.1})$$

Dabei ist

- α der Profilexponent für das Profil der mittleren Windgeschwindigkeit nach Tabelle NA.B.1;
- z_0 die Rauigkeitslänge nach Tabelle NA.B.1 und

z die Höhe über Grund, in m.

Die Geländekategorie 0 ist in Deutschland nicht zu berücksichtigen.

NDP zu 4.3.2 (2)

Der Einfluss der Geländerauigkeit wird in Deutschland nach Anhang NA.B bewertet.

4.3.3 Topographie

NDP zu 4.3.3 (1)

Das Verfahren wird übernommen.

4.3.4 Einfluss höherer Nachbargebäude

NDP zu 4.3.4 (1)

Es werden keine weitergehenden nationalen Regelungen getroffen.

4.3.5 Nahe Gebäude oder Hindernisse mit geringen Abständen

NDP zu 4.3.5 (1)

Es werden keine weitergehenden nationalen Regelungen getroffen. Das Profil des Böengeschwindigkeitsdruckes darf um das Maß der Versatzhöhe nach oben verschoben werden. Unterhalb der Versatzhöhe gilt ein konstanter Wert der Geschwindigkeit wie in Höhe h_{dis} .

4.4 Windturbulenz

NDP zu 4.4 (1), Anmerkung 2

Gleichung 4.7 ist aufgrund der Berücksichtigung des in Deutschland gültigen Windprofils nicht anwendbar. Die Turbulenzintensität und der Böengeschwindigkeitsdruck sind nach Tabellen NA.B.2 und NA.B.4 in Anhang NA.B zu berechnen. Ist der Einfluss der Topographie zu berücksichtigen, so gilt Anhang NA.B.4.

4.5 Böengeschwindigkeitsdruck (Spitzengeschwindigkeitsdruck)

NDP zu 4.5 (1), Anmerkung 1

Gleichung 4.8 ist aufgrund der Berücksichtigung des in Deutschland gültigen Windprofils nicht anwendbar. Die Turbulenzintensität und der Böengeschwindigkeitsdruck sind nach Anhang NA.B, Tabellen NA.B.2 und NA.B.4, zu berechnen.

NDP zu 4.5 (1), Anmerkung 2

Es gilt der empfohlene Wert nach DIN EN 1991-1-4.

5 Windeinwirkungen

5.3 Windkräfte

NDP zu 5.3 (5)

Der Effekt darf grundsätzlich berücksichtigt werden. Dies muss auf abgesicherten Erkenntnissen basieren (z. B. auf einem Windkanalversuch). Die Empfehlung nach 7.2.2, (3), Anmerkung, darf nicht angewandt werden.

6 Strukturbeiwert $c_s c_d$ **6.1 Allgemeines****NDP zu 6.1 (1)**

Die Gleichungen 6.2 und 6.3 sind nicht anzuwenden. Es ist das Verfahren in den nationalen Festlegungen nach Anhang NA.C zu verwenden.

6.3 Ausführliches Verfahren**6.3.1 Strukturbeiwert $c_s c_d$** **NDP zu 6.3.1 (1), Anmerkung 3**

Es ist das Verfahren in Anhang NA.C zu verwenden. Dieses ist anzuwenden, wenn der c_d -Wert größer als 1,1 ist. Ein einfaches Kriterium ist in Anhang NA.C.2 angegeben.

6.3.2 Gebrauchstauglichkeitsnachweise**NDP zu 6.3.2 (1)**

Es ist das Verfahren in Anhang NA.C zu verwenden.

7 Aerodynamische Beiwerte**7.1 Allgemeines****7.1.2 Exzentrisch und günstig wirkende Drücke und Kräfte****NDP zu 7.1.2 (2)**

Das empfohlene Verfahren wird übernommen. Zusätzlich ist der Lastfall volle Windkraft ohne Torsion zu untersuchen.

7.1.3 Auswirkungen von Eis und Schnee**NDP zu 7.1.3 (1)**

Die Änderung der Bezugsfläche durch Eis oder Schnee ist ein vorüber gehender Zustand. Der Geschwindigkeitsdruck darf daher abgemindert werden. Bei dieser Abminderung dürfen nicht gleichzeitig die Kombinationsbeiwerte nach DIN EN 1990 angewandt werden. Weitere Informationen hierzu enthält Anhang NA.C.

7.2 Druckbeiwerte für Gebäude**7.2.1 Allgemeines****NDP zu 7.2.1 (1), Anmerkung 2**

Es gilt das empfohlene Verfahren nach DIN EN 1991-1-4.

7.2.2 Vertikale Wände von Gebäuden mit rechteckigem Grundriss**NDP zu 7.2.2 (1)**

Es gelten die Regelungen nach DIN EN 1991-1-4.

NDP zu 7.2.2 (2), Anmerkung 1

Es gilt nachstehende Tabelle:

Tabelle NA.1 — Außendruckbeiwerte für vertikale Wände rechteckiger Gebäude

Bereich	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
≥ 5	−1,4	−1,7	−0,8	−1,1	−0,5	−0,7	+0,8	+1,0	−0,5	−0,7
1	−1,2	−1,4	−0,8	−1,1	−0,5		+0,8	+1,0	−0,5	
$\leq 0,25$	−1,2	−1,4	−0,8	−1,1	−0,5		+0,7	+1,0	−0,3	−0,5

Für einzeln in offenem Gelände stehende Gebäude können im Sogbereich auch größere Sogkräfte auftreten.
Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.
Für Gebäude mit $h/d > 5$ ist die Gesamtwindlast anhand der Kraftbeiwerte aus 7.6 bis 7.8 und 7.9.2 zu ermitteln.

NCI zu 7.2.2 (3)

Die Anmerkung ist nicht anzuwenden.

7.2.3 Flachdächer**NCI zu 7.2.3**

Tabelle 7.2 ist mit nachfolgender Ergänzung anzuwenden. Bei den Dachtypen „scharfkantiger Traufbereich“ und „mit Attika“ ist im Bereich I der negative Druckbeiwert mit −0,6 anzunehmen.

7.2.8 Gekrümmte Dächer und Kuppeln**NDP zu 7.2.8 (1)**

Die Druckverteilungen nach Bild 7.11 bzw. 7.12 sind als Einhüllende zu verstehen, die nicht notwendigerweise gleichzeitig auftreten noch zur gleichen Windrichtung gehören müssen. Die tatsächliche momentane Druckverteilung kann je nach betrachteter Schnittgröße ungünstiger wirken. Wenn die Windlast das Bemessungsergebnis wesentlich bestimmt, kann es daher erforderlich sein, zusätzliche Winddruckverteilungen zu untersuchen. Mit diesem Hinweis werden die empfohlenen Werte übernommen.

7.2.9 Innendruck**NDP zu 7.2.9 (2)**

Bis zu einer Grundundichtigkeit von 1 % braucht der Innendruck nicht berücksichtigt zu werden, wenn die Öffnungsanteile über die Flächen der Außenwände annähernd gleichmäßig verteilt sind.

7.2.10 Druck auf mehrschalige Wand- und Dachflächen**NDP zu 7.2.10 (3), Anmerkung 1**

Es gilt die Regelung nach DIN EN 1991-1-4.

NDP zu 7.2.10 (3), Anmerkung 2

Anstelle des ersten Spiegelstriches gelten folgende Regelungen:

Der sich aus dem Innendruck im Hinterlüftungsraum und dem Außendruck ergebende resultierende Winddruck auf die durchlässige Außenwandbekleidung darf mit einem Beiwert

$$c_{p,net} = \pm 0,5$$

berechnet werden. Dabei gelten gleichzeitig folgende Anwendungsgrenzen:

- a) Entlang der vertikalen Gebäudekanten ist eine dauerhaft wirksame, vertikale Luftsperrung angeordnet.
- b) Für die Durchlässigkeit der Außenwandbekleidung gilt:

$$\text{Fläche der Öffnungen} / \text{Fläche der Außenwandbekleidung} \geq 0,75 \%$$

Die Fläche der Öffnungen muss gleichmäßig über die Gesamtfläche der Außenwandbekleidung verteilt sein.

- c) Die lichte Dicke der Luftschicht im Hinterlüftungsraum muss kleiner als 100 mm sein.

7.4 Freistehende Wände, Brüstungen, Zäune und Anzeigetafeln**7.4.1 Freistehende Wände und Brüstungen****NDP zu 7.4.1 (1)**

Es gilt die Regelung nach DIN EN 1991-1-4.

7.4.3 Kraftbeiwerte für Anzeigetafeln**NDP zu 7.4.3 (2)**

Es gilt die Regelung nach DIN EN 1991-1-4.

7.6 Kraftbeiwerte für Bauteile mit rechteckigem Querschnitt**NDP zu 7.6 (1), Anmerkung 1**

Es gilt die Regelung nach DIN EN 1991-1-4.

7.7 Kraftbeiwerte für Bauteile mit kantigem Querschnitt

NDP zu 7.7 (1), Anmerkung 1

Die Regelung wird übernommen. Die Kräfte sind in x- und y-Richtung gleichzeitig wirkend anzunehmen. Nachfolgende Tabelle enthält genauere Angaben. Sie dürfen anstelle des einheitlichen Wertes von $c_{f,0} = 2,0$ benutzt werden, sofern die Seitenverhältnisse näherungsweise eingehalten sind.

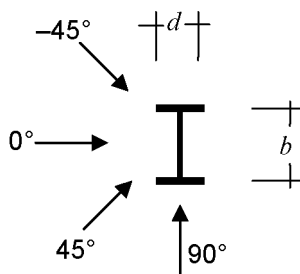





Bild NA.1 — Definition der Windrichtungen

Tabelle NA.2 — Kraftbeiwerte für Bauteile mit kantigem Querschnitt

Lfd. Nr.	1 Form	2 Seitenverhältnis	3 Windrichtung	4 $c_{fx,0}$	5 $c_{fy,0}$
1		$d/b < 0,1$	0°	2,00	0
2	├	$d/b = 1,0$	0° 45° 90°	1,65 2,20 1,30	0 1,00 2,10
3	└	$d/b = 1,0$	0° 45° 90°	2,00 1,15 -1,30	0 0,80 2,10
4	┐	$d/b = 0,5$	0° +45° -45° 90°	2,00 1,80 1,30 1,75	2,00 1,60 -0,40 2,50
5	L	$d/b = 0,5$	0° +45° -45° 90°	2,00 1,55 1,55 -0,25	-0,20 1,40 -1,60 1,60
6	└┐	$d/b = 1,0$	0° 45° 90°	1,80 1,80 2,00	2,00 1,80 1,80
7	L	$d/b = 1,0$	0° +45° -45° 90°	1,90 1,40 0,70 -0,20	-0,20 1,40 -1,80 1,90
8	└┐	$d/b = 1,0$	0° 45° 90°	2,00 0,85 0	0 0,85 2,00

Tabelle NA.2 (fortgesetzt)

Lfd. Nr.	1	2	3	4	5
	Form	Seitenverhältnis	Windrichtung	$c_{fx,0}$	$c_{fy,0}$
9		$d/b = 0,5$	0°	2,00	0
			45°	1,80	1,20
			90°	0	1,60
		$d/b = 0,66$	0°	1,85	0
			45°	1,70	1,50
			90°	0	1,80
		$d/b = 1,0$	0°	1,70	0
			45°	1,50	1,50
			90°	0	1,70
10		$d/b = 0,5$	0° 45° 90°	2,10 1,80 0	0 1,20 1,40
11		$d/b = 0,5$	0° 45° 90°	1,80 1,80 0	0 1,0 2,4

7.8 Kraftbeiwerte für Bauteile mit regelmäßigem polygonalem Querschnitt

NDP zu 7.8 (1)

Es gilt die Regelung nach DIN EN 1991-1-4. Zusätzlich gelten für Querschnitte in Form eines gleichseitigen Dreiecks mit scharfen Kanten, $r/b < 0,10$, folgende Werte:

- Anströmung auf die Dreiecksspitze: $c_{f,0} = 1,2$
- Anströmung auf die Dreiecksseite: $c_{f,0} = 2,0$

7.10 Kraftbeiwerte für Kugeln

NDP zu 7.10 (1), Anmerkung 1

Es gilt die Regelung nach DIN EN 1991-1-4. Der Böengeschwindigkeitsdruck q_p ist nicht nach 4.5 sondern nach Anhang NA.B, Tabellen B.2 und B.4, zu berechnen.

7.11 Kraftbeiwerte für Fachwerke, Gitter und Gerüste

NDP zu 7.11 (1), Anmerkung 2

Es wird auf DIN EN 12811-1:2004-03, 6.27 verwiesen.

7.13 Effektive Schlankheit λ und Abminderungsfaktor ψ_λ zur Berücksichtigung der Schlankheit

NDP zu 7.13 (1)

Es gilt die Regelung nach DIN EN 1991-1-4.

NDP zu 7.13 (2)

Es gilt die Regelung nach DIN EN 1991-1-4.

8 Windeinwirkungen auf Brücken

8.1 Allgemeines

NDP zu 8.1 (1), Anmerkung 1

Es werden keine Windeinwirkungen für andere Brückentypen angegeben.

NDP zu 8.1 (1), Anmerkung 2

Die Anströmrichtung ist horizontal anzunehmen.

NDP zu 8.1 (4), Anmerkung

Maßgebend ist die Böengeschwindigkeit in Höhe des Verkehrsbandes. Der empfohlene Wert wird durch eine Böengeschwindigkeit in Höhe des Verkehrsbandes von 32 m/s ersetzt.

NDP zu 8.1 (5), Anmerkung

Maßgebend ist die Böengeschwindigkeit in Höhe des Verkehrsbandes. Der empfohlene Wert wird durch eine Böengeschwindigkeit in Höhe des Verkehrsbandes von 35 m/s ersetzt.

Zusätzlich gilt für den Nachweis der Gesamtstabilität mit dem unbeladenen Zug:

Die anzusetzende Windeinwirkung wird durch die Lage der Resultierenden aus Wind und unbeladenem Zug begrenzt. Die Wirkungslinie dieser Resultierenden muss die Fahrbene innerhalb der Spurweite schneiden (Lagestabilität des unbeladenen Zugs). Die Angaben beziehen sich hierbei auf die charakteristischen Werte der Windeinwirkung sowie des unbeladenen Zugs. Eine weitere Abminderung der aus dieser Regelung ermittelten Windeinwirkungen durch einen Kombinationsbeiwert (ψ_0) ist nicht zulässig.

Für die Regelspurweite und einer Überhöhung von $\bar{u} = 0$ ergibt sich als charakteristische Windeinwirkung auf den unbeladenen Zug: $w_k = 1,17 \text{ kN/m}^2$.

8.2 Berechnungsmethode für die Systemantwort

NDP zu 8.2 (1), Anmerkung 1

Für die Abschätzung, ob eine dynamische Systemantwort benötigt wird, ist in Anhang NA.C.2 ein Verfahren angegeben.

8.3 Kraftbeiwerte

NDP zu 8.3 (1), Anmerkung

Es gilt die Empfehlung nach DIN EN 1991-1-4.

NDP zu 8.3.1 (2), Anmerkung

Es gilt die Regelung nach DIN EN 1991-1-4.

NDP zu 8.3.2 (1), Anmerkung

In Deutschland ist das vereinfachte Verfahren zur Ermittlung der Windkraft in x-Richtung für Brücken in Anhang NA.N geregelt.

NDP zu 8.3.3 (1), Anmerkung 1

Für den aerodynamischen Beiwert der Windlast in z-Richtung gilt Bild 8.6. Im vereinfachten Verfahren nach Anhang NA.N kann auf den Ansatz einer Windlast in z-Richtung verzichtet werden.

NDP zu 8.3.4 (1)

Es gelten die empfohlenen Werte nach DIN EN 1991-1-4.

8.4 Brückenpfeiler**8.4.2 Windeinwirkungen auf Brückenpfeiler****NDP zu 8.4.2 (1), Anmerkung 1**

Die Windeinwirkung auf Brückenpfeiler ist in Anhang NA.N geregelt.

Anhang A (informativ) Einfluss von Geländerauhigkeit und Topographie**NDP zu Anhang A**

Anstelle des Anhangs A gilt in Deutschland der Anhang NA.B.

Anhang B (informativ) Berechnungsverfahren 1 zur Bestimmung des Strukturbeiwertes $c_s c_d$ **NDP zu Anhang B**

Anstelle des Anhangs B gilt in Deutschland der Anhang NA.C.

Anhang C (informativ) Berechnungsverfahren 2 zur Bestimmung des Strukturbeiwertes $c_s c_d$ **NDP zu Anhang C**

Der Anhang C ist in Deutschland nicht anzuwenden. An seiner Stelle gilt Anhang NA.C.

Anhang D (informativ) $c_s c_d$ -Werte für unterschiedliche Gebäudetypen**NDP zu Anhang D**

Der Anhang D ist in Deutschland nicht anzuwenden. An seiner Stelle gilt Anhang NA.C.

Anhang E (informativ) Wirbelerregte Querschwingungen und aeroelastische Instabilitäten**NDP zu Anhang E**

Der Anhang E ist in Deutschland nicht anzuwenden. An seiner Stelle gelten die Anhänge NA.D und NA.E.

Anhang F (informativ) Dynamische Eigenschaften von Bauwerken**NDP zu Anhang F**

Der Anhang F wird übernommen.

NCI

Anhang NA.A

(normativ)

Windzonenkarte

A.1 Allgemeines

(1) In der Windzonenkarte sind Grundwerte der Basiswindgeschwindigkeiten $v_{b,0}$ und zugehörige Geschwindigkeitsdrücke $q_{b,0}$ nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, 1.6.1, angegeben. Die Werte gelten für Geländekategorie II nach Anhang NA.B.

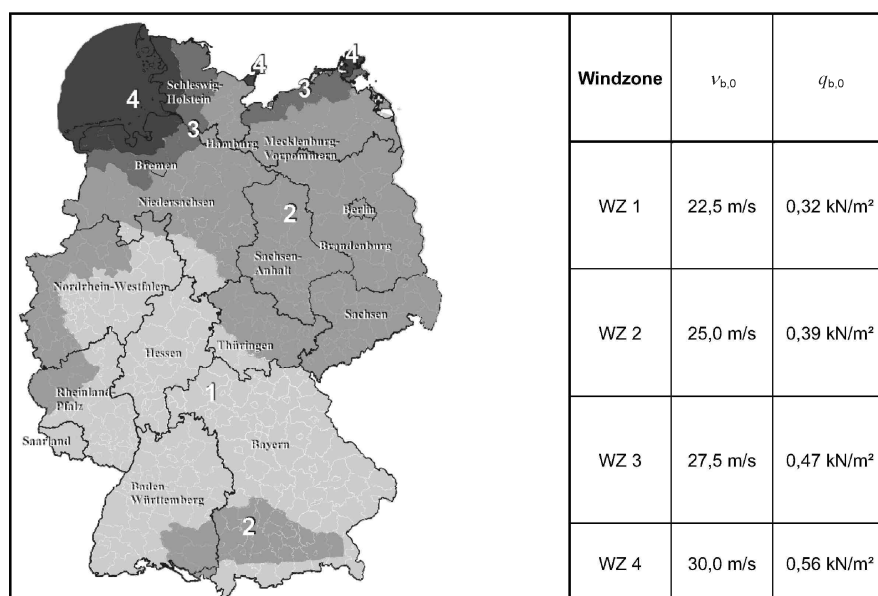


Bild NA.A.1 — Windzonenkarte für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland

A.2 Einfluss der Meereshöhe

- (1) Der Geschwindigkeitsdruck ist zu erhöhen, wenn der Bauwerksstandort oberhalb einer Meereshöhe von 800 m über NN liegt.
- (2) Der Erhöhungsfaktor beträgt $(0,2 + H_s/1\,000)$, wobei H_s die Meereshöhe in m bezeichnet.
- (3) Für Kamm- und Gipfellagen der Mittelgebirge sowie oberhalb $H_s = 1\,100$ m sind besondere Überlegungen erforderlich.

NCI

Anhang NA.B

(normativ)

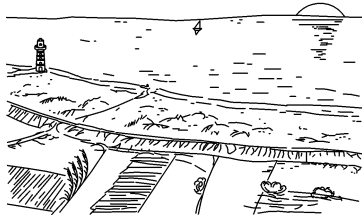
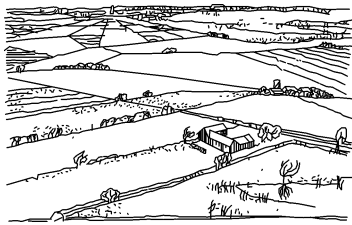
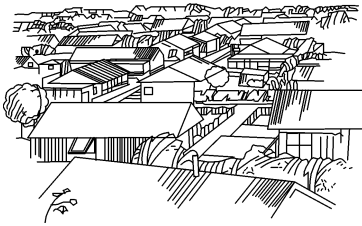
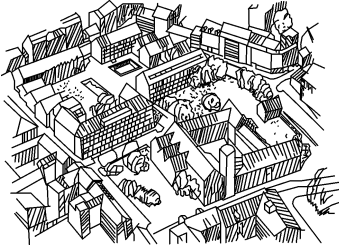
Einfluss von Geländerauigkeit, Topographie und vorübergehenden Zuständen auf die Windeinwirkungen

NA.B.1 Festlegung der Geländekategorien

(1) Die Profile der mittleren Windgeschwindigkeit und der zugehörigen Turbulenzintensität hängen von der Bodenrauigkeit und der Topographie in der Umgebung des Bauwerksstandortes ab.

(2) Für baupraktische Zwecke ist es sinnvoll, die weite Spanne von in der Natur vorkommenden Bodenrauigkeiten in Geländekategorien zusammenzufassen. Es werden vier Geländekategorien nach Tabelle NA.B.1 sowie zwei Mischprofile unterschieden. Das Mischprofil Küste beschreibt die Verhältnisse in einem Übergangsbereich zwischen der Geländekategorie I und II. Das Mischprofil Binnenland beschreibt die Verhältnisse in einem Übergangsbereich zwischen der Geländekategorie II und III.

Tabelle NA.B.1 — Geländekategorien

<p>Geländekategorie I</p> <p>Offene See; Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; glattes, flaches Land ohne Hindernisse</p> <p>Rauigkeitslänge $z_0 = 0,01 \text{ m}$ Profilexponent $\alpha = 0,12$</p>	
<p>Geländekategorie II</p> <p>Gelände mit Hecken, einzelnen Gehöften, Häusern oder Bäumen, z. B. landwirtschaftliches Gebiet</p> <p>Rauigkeitslänge $z_0 = 0,05 \text{ m}$ Profilexponent $\alpha = 0,16$</p>	
<p>Geländekategorie III</p> <p>Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder</p> <p>Rauigkeitslänge $z_0 = 0,30 \text{ m}$ Profilexponent $\alpha = 0,22$</p>	
<p>Geländekategorie IV</p> <p>Stadtgebiete, bei denen mindestens 15 % der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet</p> <p>Rauigkeitslänge $z_0 = 1,05 \text{ m}$ Profilexponent $\alpha = 0,30$</p>	

(3) In Tabelle NA.B.2 finden sich die Profile der mittleren Geschwindigkeit, der Turbulenzintensität und des Böengeschwindigkeitsdruckes für die 4 Geländekategorien. Der Böengeschwindigkeitsdruck wird in der Regel für die Windlastermittlung bei nicht schwingungsanfälligen Konstruktionen benutzt

(4) Auf der sicheren Seite liegend kann in den küstennahen Gebieten sowie auf den Nord- und Ostseeinseln die Geländekategorie I, im Binnenland die Geländekategorie II zu Grunde gelegt werden.

Tabelle NA.B.2 — Profile der mittleren Windgeschwindigkeit, der Turbulenzintensität, des Böengeschwindigkeitsdrucks und der Böengeschwindigkeit in ebenem Gelände für 4 Geländekategorien

Geländekategorie	I	II	III	IV
Mindesthöhe z_{\min}	2,00 m	4,00 m	8,00 m	16,00 m
Mittlere Windgeschwindigkeit v_m für $z > z_{\min}$	$1,18 \times v_b (z/10)^{0,12}$	$1,00 \times v_b (z/10)^{0,16}$	$0,77 \times v_b (z/10)^{0,22}$	$0,56 \times v_b (z/10)^{0,30}$
v_m / v_b für $z < z_{\min}$	0,97	0,86	0,73	0,64
Turbulenzintensität I_v für $z > z_{\min}$	$0,14 \times (z/10)^{-0,12}$	$0,19 \times (z/10)^{-0,16}$	$0,28 \times (z/10)^{-0,22}$	$0,43 \times (z/10)^{-0,30}$
I_v für $z < z_{\min}$	0,17	0,22	0,29	0,37
Böengeschwindigkeitsdruck q_p für $z > z_{\min}$	$2,6 \times q_b (z/10)^{0,19}$	$2,1 \times q_b (z/10)^{0,24}$	$1,6 \times q_b (z/10)^{0,31}$	$1,1 \times q_b (z/10)^{0,40}$
q_p / q_b für $z < z_{\min}$	1,9	1,7	1,5	1,3
Böengeschwindigkeit v_p für $z > z_{\min}$	$1,61 \times v_b (z/10)^{0,095}$	$1,45 \times v_b (z/10)^{0,120}$	$1,27 \times v_b (z/10)^{0,155}$	$1,05 \times v_b (z/10)^{0,200}$
v_p / v_b für $z < z_{\min}$	1,38	1,30	1,23	1,15

NA.B.2 Übergänge zwischen den Geländekategorien

(1) Soll der Einfluss der Bodenrauigkeit abweichend von NA.B.1 (4) genauer erfasst werden, so gelten folgende Regelungen:

- Die Verminderung der bodennahen Windgeschwindigkeiten durch Wälder darf nur mit Geländekategorie II bewertet werden. In einem starken Sturm ist nicht sichergestellt, dass die Bodenrauigkeit der Geländekategorie III wirksam bleibt, weil die Vegetation den Windkräften unter Umständen nicht standhält.
- Die Veränderung, die der Windströmung stromab von einem Wechsel der Bodenrauigkeit aufgeprägt wird, muss berücksichtigt werden. Sie betrifft das Windprofil, die Turbulenzintensität und weitere Parameter, die gegebenenfalls benötigt werden. Dabei ist der Einfluss des Abstandes zwischen Rauigkeitswechsel und Bauwerksstandort zu beachten.
- Die maßgebende Geländekategorie darf für die interessierenden Windrichtungssektoren stromauf vom Bauwerksstandort getrennt ermittelt werden.
- In Zweifelsfällen ist die glattere Geländekategorie anzunehmen.

(2) Der Einfluss wechselnder Bodenrauigkeiten darf ohne genauere Untersuchung wie folgt erfasst werden. Liegt der Bauwerksstandort näher als 1 km an einem Wechsel von glatterem zu rauem Gelände, so ist die ungünstigere, glattere Geländekategorie zu benutzen. Ist der Gebäudestandort weiter als 3 km vom Rauigkeitswechsel entfernt, so darf die rauere Geländekategorie benutzt werden, wenn das Gebäude niedriger als 50 m ist. Für Bauwerke, deren Höhe mehr als 50 m beträgt, ist die glattere Geländekategorie anzunehmen.

(3) In NA.B.3.3 sind Mischprofile des Böengeschwindigkeitsdruckes für die Übergangszonen zwischen den Geländekategorien I und II sowie zwischen II und III angegeben. Sie sind als Regelfälle anzunehmen.

NA.B.3 Böengeschwindigkeitsdruck für nicht schwingungsanfällige Bauwerke und Bauteile

NA.B.3.1 Verfahren zur Ermittlung des Böengeschwindigkeitsdruckes

(1) Den Regelungen für den Geschwindigkeitsdruck, der bei nicht schwingungsanfälligen Konstruktionen angewendet wird, liegt eine Böengeschwindigkeit zu Grunde, die über eine Böendauer von 2 s bis 4 s gemittelt ist.

(2) Zur Bestimmung von Winddrücken nach 5.2 und Windkräften nach 5.3 wird der Geschwindigkeitsdruck nach einem der Verfahren nach NA.B.3.2 oder NA.B.3.3 ermittelt.

(3) Für niedrige Bauwerke darf ein vereinfachter, über die Höhe konstanter Geschwindigkeitsdruck nach NA.B.3.2 benutzt werden.

(4) Das Anwachsen des Geschwindigkeitsdruckes mit der Höhe über Grund wird in der Regel nach NA.B.3.3 erfasst.

(5) Die Richtung der Windanströmung darf horizontal angenommen werden. Ein vertikaler Einfallwinkel der Windanströmung von $\pm 10^\circ$ ist anzusetzen, wenn die Windlast dadurch wesentlich ungünstiger wird.

(6) Für die Bestimmung von Windkräften darf das Verfahren für schwingungsanfällige Tragstrukturen nach Anhang NA.C auch bei nicht schwingungsanfälligem Tragverhalten benutzt werden.

NA.B.3.2 Vereinfachte Annahmen für den Böengeschwindigkeitsdruck bei Bauwerken bis zu einer Höhe von 25 m über Grund

(1) Bei Bauwerken, die sich in Höhen bis 25 m über Grund erstrecken, darf der Geschwindigkeitsdruck zur Vereinfachung konstant über die gesamte Gebäudehöhe angenommen werden. Die entsprechenden Geschwindigkeitsdrücke sind in Tabelle NA.B.3 für die 4 Windzonen nach Anhang NA.A angegeben.

(2) Die Werte, die in Tabelle NA.B.3 für die Küste angegeben sind, gelten für küstennahe Gebiete in einem Streifen entlang der Küste mit 5 km Breite landeinwärts sowie auf den Inseln der Ostsee. Auf den Inseln der Nordsee ist das vereinfachte Verfahren nur bis zu einer Gebäudehöhe von 10 m zugelassen. Bei höheren Gebäuden ist nach NA.B.3.3 zu verfahren.

Tabelle NA.B.3 — Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe

Windzone		Geschwindigkeitsdruck 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	—	—

NA.B.3.3 Höhenabhängiger Böengeschwindigkeitsdruck im Regelfall

(1) Die Bodenrauigkeit, die durch Bewuchs und Bebauung erzeugt wird, beeinflusst das Profil des Geschwindigkeitsdruckes. Für Bauwerke, die sich in größere Höhen als 25 m über Grund erstrecken, ist dieser Einfluss nach den Gleichungen (NA.B.1) bis (NA.B.8) bzw. nach NA.B.2 genauer zu erfassen.

(2) In Tabelle NA.B.2 sind Profile des Böengeschwindigkeitsdruckes für 4 Geländekategorien angegeben, mit denen der Einfluss der Bodenrauigkeit erfasst wird. Stromab von einem Rauigkeitswechsel nimmt das Windprofil in einer Übergangszone allmählich die Form an, die der neuen Rauigkeit entspricht. In dieser Übergangszone treten Mischprofile auf, die vom Abstand zum Rauigkeitswechsel abhängen. Da große Gebiete mit gleichförmiger Bodenrauigkeit in Deutschland selten vorkommen, treten in der Regel überwiegend Mischprofile auf.

(3) Als Regelfall sind drei Profile des Böengeschwindigkeitsdruckes angegeben. Das erste gilt im Binnenland, das zweite in einem Streifen entlang der Küste mit 5 km Breite landeinwärts (küstennahe Gebiete) sowie auf den Ostseeinseln und das dritte auf den Inseln der Nordsee.

(4) Diese sind wie folgt anzunehmen:

a) im Binnenland (Mischprofil der Geländekategorien II und III):

$$q_p(z) = 1,5 \times q_b \quad \text{für } z \leq 7\text{ m} \quad (\text{NA.B.1})$$

$$q_p(z) = 1,7 \times q_b \left(\frac{z}{10} \right)^{0,37} \quad \text{für } 7\text{ m} < z \leq 50\text{ m} \quad (\text{NA.B.2})$$

$$q_p(z) = 2,1 \times q_b \left(\frac{z}{10} \right)^{0,24} \quad \text{für } 50\text{ m} < z \leq 300\text{ m} \quad (\text{NA.B.3})$$

b) in küstennahen Gebieten sowie auf den Inseln der Ostsee (Mischprofil der Geländekategorien I und II):

$$q_p(z) = 1,8 \times q_b \quad \text{für } z \leq 4\text{ m} \quad (\text{NA.B.4})$$

$$q_p(z) = 2,3 \times q_b \left(\frac{z}{10} \right)^{0,27} \quad \text{für } 4 \text{ m} < z \leq 50 \text{ m} \quad (\text{NA.B.5})$$

$$q_p(z) = 2,6 \times q_b \left(\frac{z}{10} \right)^{0,19} \quad \text{für } 50 \text{ m} < z \leq 300 \text{ m} \quad (\text{NA.B.6})$$

c) auf den Inseln der Nordsee (Geländekategorie I):

$$q_p(z) = 1,1 \text{ kN/m}^2 \quad \text{für } z \leq 2 \text{ m} \quad (\text{NA.B.7})$$

$$q_p(z) = 1,5 \left(\frac{z}{10} \right)^{0,19} \text{ kN/m}^2 \quad \text{für } 2 \text{ m} < z \leq 300 \text{ m} \quad (\text{NA.B.8})$$

(5) Der Einfluss der Bodenrauigkeit darf abweichend von den Gleichungen (NA.B.1) bis (NA.B.8) genauer nach Abschnitt NA.B.1 und NA.B.2 bewertet werden.

Tabelle NA.B.4 — Profile der mittleren Windgeschwindigkeit, der Turbulenzintensität und der Böengeschwindigkeit in ebenem Gelände für die Regelfälle nach NA.B.3.3

	Regelprofil im Binnenland	Regelprofil in küstennahen Gebieten
Mindesthöhe z_{\min}	7,00 m	4,00 m
Mittlere Windgeschwindigkeit v_m für $50 \text{ m} < z < 300 \text{ m}$	$1,00 \times v_b (z/10)^{0,16}$	$1,18 \times v_b (z/10)^{0,12}$
v_m / v_b für $z_{\min} < z < 50 \text{ m}$	$0,86 \times (z/10)^{0,25}$	$1,10 \times (z/10)^{0,165}$
v_m / v_b für $z < z_{\min}$	0,79	0,95
Turbulenzintensität I_v für $50 \text{ m} < z < 300 \text{ m}$	$0,19 \times (z/10)^{-0,16}$	$0,14 \times (z/10)^{-0,12}$
I_v für $z_{\min} < z < 50 \text{ m}$	$0,22 \times (z/10)^{-0,25}$	$0,15 \times (z/10)^{-0,165}$
I_v für $z < z_{\min}$	0,24	0,17
Böengeschwindigkeit v_p für $50 \text{ m} < z < 300 \text{ m}$	$1,45 \times v_b (z/10)^{0,120}$	$1,61 \times v_b (z/10)^{0,095}$
v_p / v_b für $z_{\min} < z < 50 \text{ m}$	$1,31 \times (z/10)^{0,185}$	$1,51 \times (z/10)^{0,135}$
v_p / v_b für $z < z_{\min}$	1,23	1,33

(6) Ist der Gebäudestandort topografisch exponiert, so ist die Auswirkung auf die Windlast zu erfassen. Ein Untersuchungsverfahren wird in NA.B.4 angegeben.

(7) Für Gebäudestandorte an ausgedehnten Binnengewässerflächen ist zu prüfen, ob die Geländekategorie I anzuwenden ist.

(8) Tabelle NA.B.4 enthält die Profile der mittleren Windgeschwindigkeit und der Turbulenzintensität zur Verwendung in den Anhängen NA.C bis NA.F und NA.N.

NA.B.4 Einfluss der Topographie

NA.B.4.1 Erfassung des Topographieeinflusses

(1) Die Topographie beeinflusst die mittlere Windgeschwindigkeit v_m , die Turbulenzintensität I_v und den Böengeschwindigkeitsdruck q_p . Der Einfluss wird unter den in NA.B.4.2 angegebenen Bedingungen durch den Topographiebeiwert c_o erfasst.

(2) Die mittlere Windgeschwindigkeit an einem Hang oder auf einer Kuppe beträgt

$$v_m(z) = c_o(z) \cdot v_{mf}(z) \quad (\text{NA.B.9})$$

Dabei ist

c_o der Topographiebeiwert nach NA.B.4.2;

v_{mf} die mittlere Windgeschwindigkeit am Fuß des Berges oder der Böschung;

z der jeweilige Bodenabstand am Fuß bzw. am Hang oder auf der Kuppe.

(3) Für die Turbulenzintensität gilt

$$I_v(z) = \frac{I_{vf}(z)}{c_o(z)} \quad (\text{NA.B.10})$$

Dabei ist

I_{vf} die Turbulenzintensität am Fuß des Berges oder der Böschung.

(4) Für den Böengeschwindigkeitsdruck gilt

$$q_p(z) = \frac{\rho}{2} (c_o(z) \cdot v_{mf}(z))^2 \left(1 + 6 \frac{I_{vf}(z)}{c_o(z)} \right) \quad (\text{NA.B.11})$$

NA.B.4.2 Numerische Berechnung der Topographiebeiwerte

Nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, A.3

NA.B.5 Abminderung des Geschwindigkeitsdruckes bei vorübergehenden Zuständen

(1) Für Bauwerke, die nur zeitweilig bestehen, sowie für vorübergehende Zustände, z. B. für Bauwerke im Bauzustand, darf die Windlast abgemindert werden.

(2) Die Größe der Abminderung hängt von der Dauer des Zustandes sowie von der Möglichkeit von Sicherungsmaßnahmen für den Fall aufkommenden Sturms ab.

(3) Abminderungsfaktoren für den Geschwindigkeitsdruck zur Untersuchung solcher Zustände sind in Tabelle NA.B.5 angegeben. Deren Anwendung führt zu einer angemessenen Tragsicherheit für die Dauer des vorübergehenden Zustandes.

(4) Die Reduzierung der rechnerischen Geschwindigkeitsdrücke nach Tabelle NA.B.5, Spalten 2 und 3, gilt für den Nachweis der ungesicherten Konstruktion. Ihre Anwendung setzt voraus, dass die Wetterlage ausreichend genau beobachtet wird, gegebenenfalls Sturmwarnungen durch einen qualifizierten Wetterdienst eingeholt werden und die Sicherungsmaßnahmen rechtzeitig vor aufkommenden Sturm abgeschlossen werden können.

Tabelle NA.B.5 — Abgeminderter Geschwindigkeitsdruck zur Untersuchung vorübergehender Zustände

Dauer des vorübergehenden Zustands	Mit schützenden Sicherungsmaßnahmen ^a	Mit verstärkenden Sicherungsmaßnahmen	Ohne Sicherungsmaßnahmen
bis zu 3 Tagen	$0,1 \cdot q$	$0,2 \cdot q$	$0,5 \cdot q$
bis zu 3 Monaten von Mai bis August	$0,2 \cdot q$	$0,3 \cdot q$	$0,5 \cdot q$
bis zu 12 Monaten	$0,2 \cdot q$	$0,3 \cdot q$	$0,6 \cdot q$
bis zu 24 Monaten	$0,2 \cdot q$	$0,4 \cdot q$	$0,7 \cdot q$
^a Schützende Sicherungsmaßnahmen sind z. B.: Niederlegen von Bauteilen am Boden, Einhausung oder Einschub in Hallen			

(5) Die im Falle aufkommenden Sturms durch verstärkende Sicherungsmaßnahmen ertüchtigte Konstruktion ist für einen Geschwindigkeitsdruck entsprechend Tabelle NA.B.5, Spalte 4 zu bemessen.

(6) Bei Bauten, die jederzeit errichtet und demontiert werden können, z. B. fliegende Bauten und Gerüste, darf die Abminderung nicht angewendet werden, es sei denn dies wird in Fachnormen anders geregelt.

(7) Bei Berücksichtigung von Eisansatz dürfen die Windlasten nach Tabelle NA.B.5, Spalte 4, sinngemäß angesetzt werden.

NCI

Anhang NA.C

(normativ)

Ermittlung des Strukturbeiwertes und Beurteilung der Schwingungsanfälligkeit

NA.C.1 Ermittlung des Strukturbeiwertes

NA.C.1.1 Allgemeines

(1) Der Strukturbeiwert c_{s,c_d} erfasst die Veränderung der Böenwirkung bei großen Lasteinzugsflächen oder bei Böenresonanz gegenüber der des Böengeschwindigkeitsdruckes. Er ist nach Gleichung (NA.C.1) definiert:

$$c_{s,c_d} = \frac{1 + 2 \times k_p \times I_v(z_s) \times \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 6 \times I_v(z_s)} \quad (\text{NA.C.1})$$

Dabei ist

- z_s Bezugshöhe für die Bestimmung des Strukturbeiwertes nach Bild 6.1. Bei Bauwerken, für die Bild 6.1 nicht zutrifft, darf $z_s = h$ gesetzt werden, wobei h die Bauwerkshöhe ist.
- k_p Spitzenbeiwert als Verhältnis von Größtwert und Standardabweichung des veränderlichen Teils der Bauwerksantwort
- I_v Turbulenzintensität nach Tabelle NA.B.2 bzw. NA.B.4. Der Topographieeinfluss ist ggf. durch Abminderung der Turbulenzintensität durch den Faktor $1/c_o$ zu berücksichtigen. Darin ist c_o der Topographiebeiwert nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, Anhang A.3.
- B^2 Böengrundanteil, d. h. quasi-statischer Anteil des veränderlichen Teils der Bauwerksantwort
- R^2 Resonanzanteil des veränderlichen Teils der Bauwerksantwort, d. h. die Vergrößerung der Bauwerksreaktion infolge Resonanz mit der durch Turbulenz erzeugten Last

(2) Das Verfahren ist anwendbar für Gesamtwindkräfte sowie für abschnittsweise verteilte Windkräfte, nicht jedoch für Winddrücke.

(3) Beanspruchungen quer zur Windrichtung sind nicht erfasst. Sie sind im Allgemeinen durch die Ersatzlast abgegolten, es sei denn, die Schwingungsanfälligkeit in Querrichtung ist größer als in Längsrichtung oder es liegt Wirbelresonanz nach Anhang NA.D vor.

(4) Das Verfahren zur Ermittlung des Strukturbeiwertes nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, B.2, gilt für vertikale Kragssysteme unter Berücksichtigung der Grundschwingungsform. Es kann näherungsweise auch für horizontale Tragsysteme mit ähnlicher Schwingungsform (z. B. Einfeldträger) benutzt werden. Die Standardfälle sind in Bild 6.1 dargestellt. Es gilt weiterhin unter der Voraussetzung, dass linear-elastisches Tragverhalten angenommen werden darf.

(5) Das Verfahren ist nicht für durchlaufende Systeme wie z. B. abgespannte Masten, Seilverspannte Brücken und Bogenbrücken anzuwenden.

NA.C.1.2 Windturbulenz

(1) Das Integrallängenmaß der Turbulenz $L(z)$ repräsentiert die mittlere Böenballengröße des natürlichen Windes. Für Bauwerkshöhen z unterhalb von 300 m kann das Integrallängenmaß anhand der Gleichung (NA.C.2) berechnet werden.

Das Integrallängenmaß $L(z)$ der Turbulenz ist in Bild NA.C.1 dargestellt und wie folgt definiert:

$$L(z) = 300 (z/300)^\varepsilon \quad (L, z \text{ in m}) \quad \text{für } z_{\min} \leq z \leq 300 \text{ m}$$

$$L(z) = 300 (z_{\min} / 300)^\varepsilon \quad (L, z_{\min} \text{ in m}) \quad \text{für } z \leq z_{\min} \quad (\text{NA.C.2})$$

Dabei ist

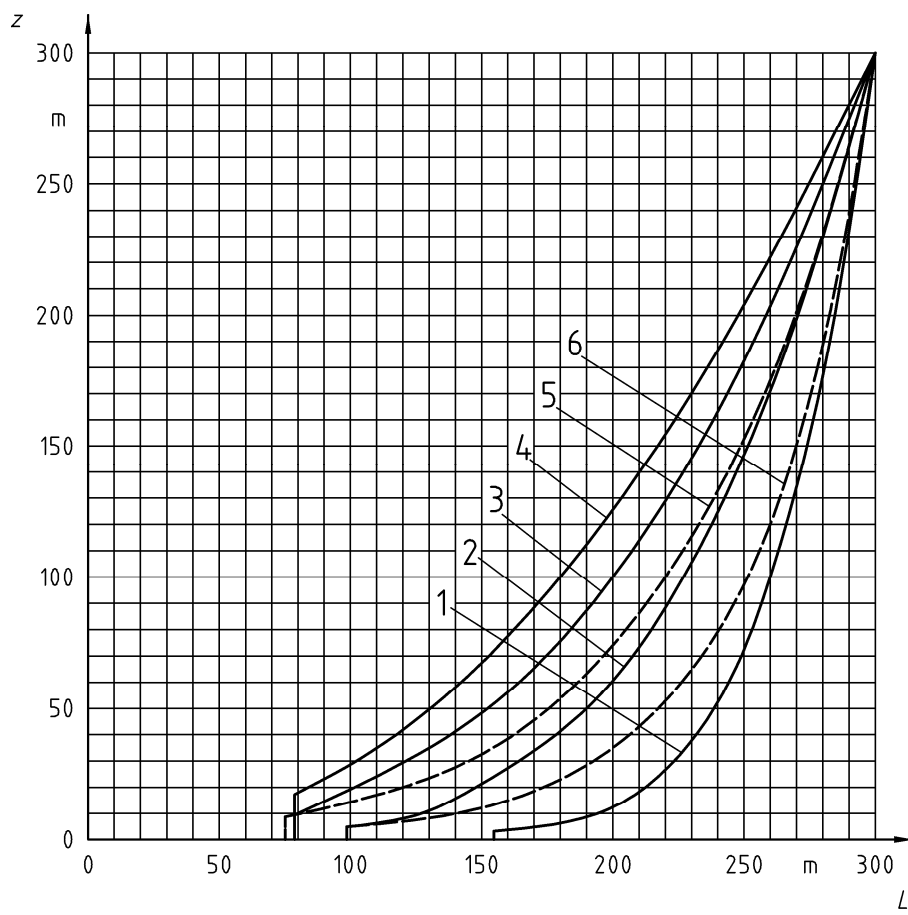
ε Exponent nach Tabelle NA.C.1;

z_{\min} nach Tabelle NA.B.2 bzw. NA.B.4.

Auf der sicheren Seite liegend, kann in den küstennahen Gebieten sowie auf den Nord- und Ostseeinseln die Geländekategorie I, im Binnenland die Geländekategorie II zu Grunde gelegt werden.

Tabelle NA.C.1 — Exponent ε

Geländekategorie	I	II	III	IV	Mischprofil Küste	Mischprofil Binnenland
ε	0,13	0,26	0,37	0,46	$\left(\frac{1}{2\,000z}\right)^{0,15}$	$\left(\frac{1}{3\,000z}\right)^{0,10}$



Legende

- 1 Geländekategorie I
- 2 Geländekategorie II
- 3 Geländekategorie III
- 4 Geländekategorie IV
- 5 Mischprofil Binnenland
- 6 Mischprofil Küste

Bild NA.C.1 — Integrallängenmaß

(2) Die Verteilung der Böenenergie im Frequenzbereich wird durch die dimensionslose spektrale Dichte $S_L(z, n)$ ausgedrückt. Die Berechnung erfolgt mit Gleichung (NA.C.3):

$$S_L(z, n) = \frac{n \times S_V(z, n)}{\sigma_V^2} = \frac{6,8 \times f_L(z, n)}{(1 + 10,2 \times f_L(z, n))^{5/3}} \quad (\text{NA.C.3})$$

Dabei ist

$S_V(z, n)$ das Autospektrum des turbulenten Windes, und

$f_L(z, n) = \frac{n \times L(z)}{v_m(z)}$ eine dimensionslose Frequenz, die durch $n = n_{1,x}$, die Bauwerkseigenfrequenz in Hz, die mittlere Windgeschwindigkeit $v_m(z)$ und durch das Integrallängenmaß der Turbulenz $L(z)$, wie in Bild NA.C.1 definiert, bestimmt wird.

Die dimensionslose spektrale Dichtefunktion ist in Bild NA.C.1 dargestellt.

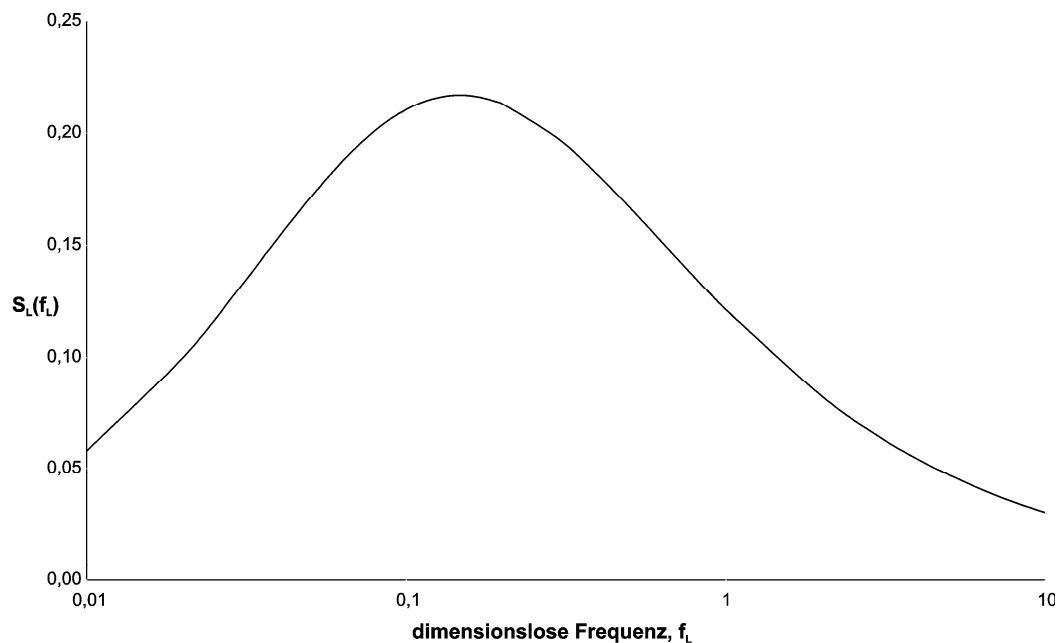


Bild NA.C.2 — Spektrale Dichtefunktion $S_L(f_L)$

NA.C.1.3 Strukturbeiwert $c_s c_d$

Nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, B.2

NA.C.1.4 Anzahl der Überschreitungen von niedrigen Niveaus der Böenreaktion

(1) Bild NA.C.3 zeigt die Anzahl N_g , die der Wert eines Einwirkungseffektes S_e während eines Zeitraums von 50 Jahren erreicht oder überschreitet. S_e ist als Prozentanteil des Wertes S_k angegeben, wobei S_k der maßgebende Effekt einer Windeinwirkung innerhalb eines Zeitraums von 50 Jahren ist.

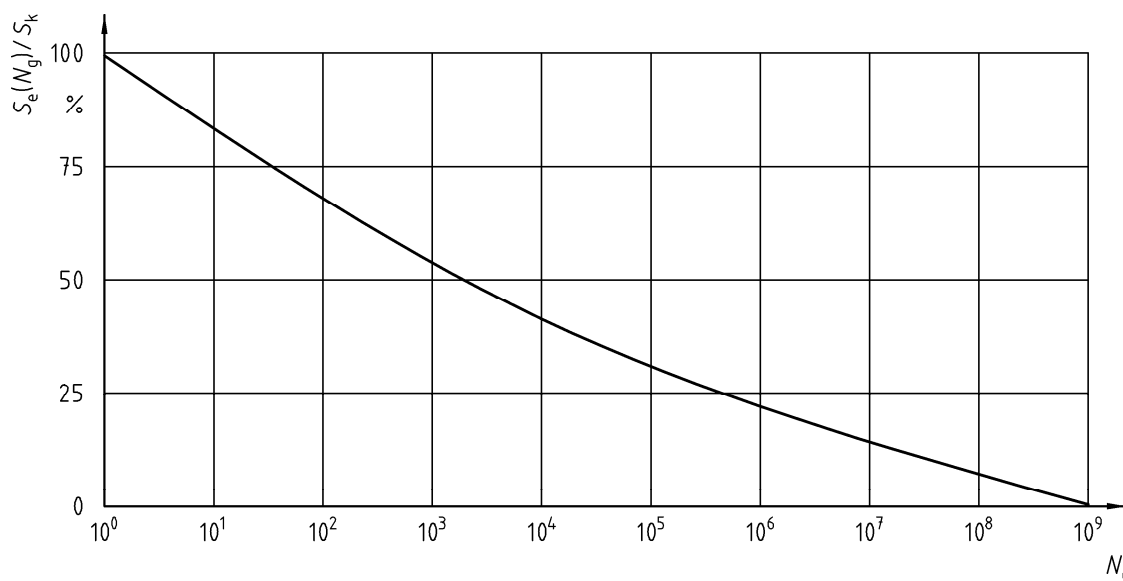


Bild NA.C.3 — Anzahl N_g der Überschreitungen des Niveaus S_e einer Böenreaktion S_k innerhalb eines Zeitraumes von 50 Jahren

Die Beziehung zwischen S_e/S_k und N_g ist in Gleichung (NA.C.4) angegeben.

$$\frac{S_e(N_g)}{S_k} = 0,7 \times (\lg(N_g))^2 - 17,4 \times \lg(N_g) + 100 \quad (\text{NA.C.4})$$

NA.C.1.5 Verformungen und Beschleunigungen zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit vertikaler Bauwerke

Nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, B.4

NA.C.2 Kriterium für Schwingungsanfälligkeit

(1) Bauwerke und Bauteile gelten als nicht schwingungsanfällig gegenüber der Böenwirkung, wenn die Verformungen unter Windeinwirkungen durch Böenresonanz um nicht mehr als 10 % vergrößert werden. Die Windlasten dürfen für nicht schwingungsanfällige Konstruktionen auf der Grundlage des Böengeschwindigkeitsdruckes nach NA.B.3 bestimmt werden.

(2) Die Schwingungsanfälligkeit wird durch den Resonanzfaktor c_d beschrieben. Er berechnet sich nach Gleichung (NA.C.5).

$$c_d = \frac{1 + 2 \times k_p \times I_v(z_s) \times \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 2 \times k_{pQ} \times I_v(z_s) \times B} \quad (\text{NA.C.5})$$

Dabei ist

k_{pQ} der Spitzenfaktor für quasistatische Reaktion, d.h. für $R = 0$; nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, B.2 ist $k_{pQ} = 3$.

(3) Baukonstruktionen, die als Kragträger wirken, gelten als nicht schwingungsanfällig im Sinne NA.B.3, wenn folgendes Kriterium eingehalten ist:

$$\frac{x_s}{h} \leq \frac{\delta}{\left(\sqrt{\frac{h_{\text{ref}}}{h} \times \frac{h+b}{b}} + 0,125 \times \sqrt{\frac{h}{h_{\text{ref}}}} \right)^2} \quad \text{mit } h_{\text{ref}} = 25 \text{ m} \quad (\text{NA.C.6})$$

Dabei ist

x_s die Kopfpunktverschiebung unter Eigenlast in Windrichtung wirkend angenommen, in m;

δ das logarithmische Dämpfungsdekrement, nach Anhang F;

b die Breite des Bauwerks, in m;

h die Höhe des Bauwerks, in m.

(4) Ohne besonderen Nachweis dürfen in der Regel Wohn-, Büro- und Industriegebäude mit einer Höhe bis zu 25 m und ihnen in Form oder Konstruktion ähnliche Gebäude als nicht schwingungsanfällig im Sinne dieser Norm angenommen werden.

NCI

Anhang NA.D
(normativ)

Wirbelerregte Schwingungen

Nach DIN EN 1991-1-4:20010-12, Anhang E, mit Ausnahme von E.1.5.3.

NCI

Anhang NA.E
(informativ)

Aeroelastische Instabilitäten

NA.E.1 Galloping und Interferenzgalloping

Nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, E.2 und E.3

NA.E.2 Divergenz und Flattern

NA.E.2.1 Allgemeines

(1) Divergenz und Flattern sind aeroelastische Instabilitäten, die nach Überschreiten einer kritischen Windgeschwindigkeit vor allem bei verformungsanfälligen Tragwerken mit in Windrichtung gestrecktem Querschnitt auftreten können wie zum Beispiel bei Anzeigetafeln, abgehängten Vordächern und schlanken Brückenquerschnitten. Diese können entstehen, wenn sich mit den Verformungen des Tragwerks die aerodynamischen Belastungen ändern.

(2) Das Auftreten von Divergenz und Flattern muss grundsätzlich mit ausreichender Sicherheit ausgeschlossen sein.

(3) Für die Berechnung der kritischen Geschwindigkeit von Flatterschwingungen lassen sich keine einfachen, abdeckenden Regelungen angeben. Der Nachweis der statischen Torsionsdivergenz erfolgt nach Abschnitt NA.E.2.2.

NA.E.2.2 Divergenzgeschwindigkeit

(1) Die kritische Windgeschwindigkeit für Divergenz beträgt

$$v_{\text{div}} = \left(\frac{2 \times k_{\theta}}{\rho \times d^2 \times \frac{dc_M}{d\theta}} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{NA.E.1})$$

Dabei ist

- k_{θ} die Rotationssteifigkeit in Nm/(rad m), bezogen auf die Stützweite, siehe Beispiele in Bild NA.E.1;
- $dc_M/d\theta$ die Ableitung des aerodynamischen Momentenbeiwertes nach der Verdrehung um die Torsionsachse;
- ρ die Luftdichte $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$;
- l die Länge bzw. Stützweite, in m;
- d die Breite des Baukörpers in Windrichtung (siehe Bild NA.E.2).

Bild NA.E.1 zeigt zwei Beispiele für die Berechnung der Rotationssteifigkeit k_{θ} bei St. Venantscher Torsion.

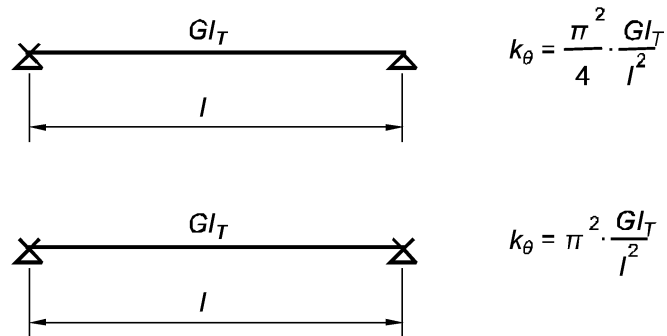


Bild NA.E.1 — Beispiele für die Rotationssteifigkeit k_{θ} bei ein- und zweiseitig gabelgelagerten Einfeldträgern mit St. Venantscher Torsion

(2) In Bild NA.E.2 werden Werte für $dc_M/d\theta$ von Rechteckquerschnitten angegeben. Das Torsionsmoment ist dabei auf den Flächenschwerpunkt des Querschnitts bezogen.

(3) Es ist sicherzustellen, dass

$$v_{\text{div}} > 2 v_m(z_s) \quad (\text{NA.E.2})$$

Dabei ist

$v_m(z_s)$ die mittlere Windgeschwindigkeit nach Tabelle NA.B.2 oder Tabelle NA.B.4 in der Höhe z_s nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, Bild 6.1.

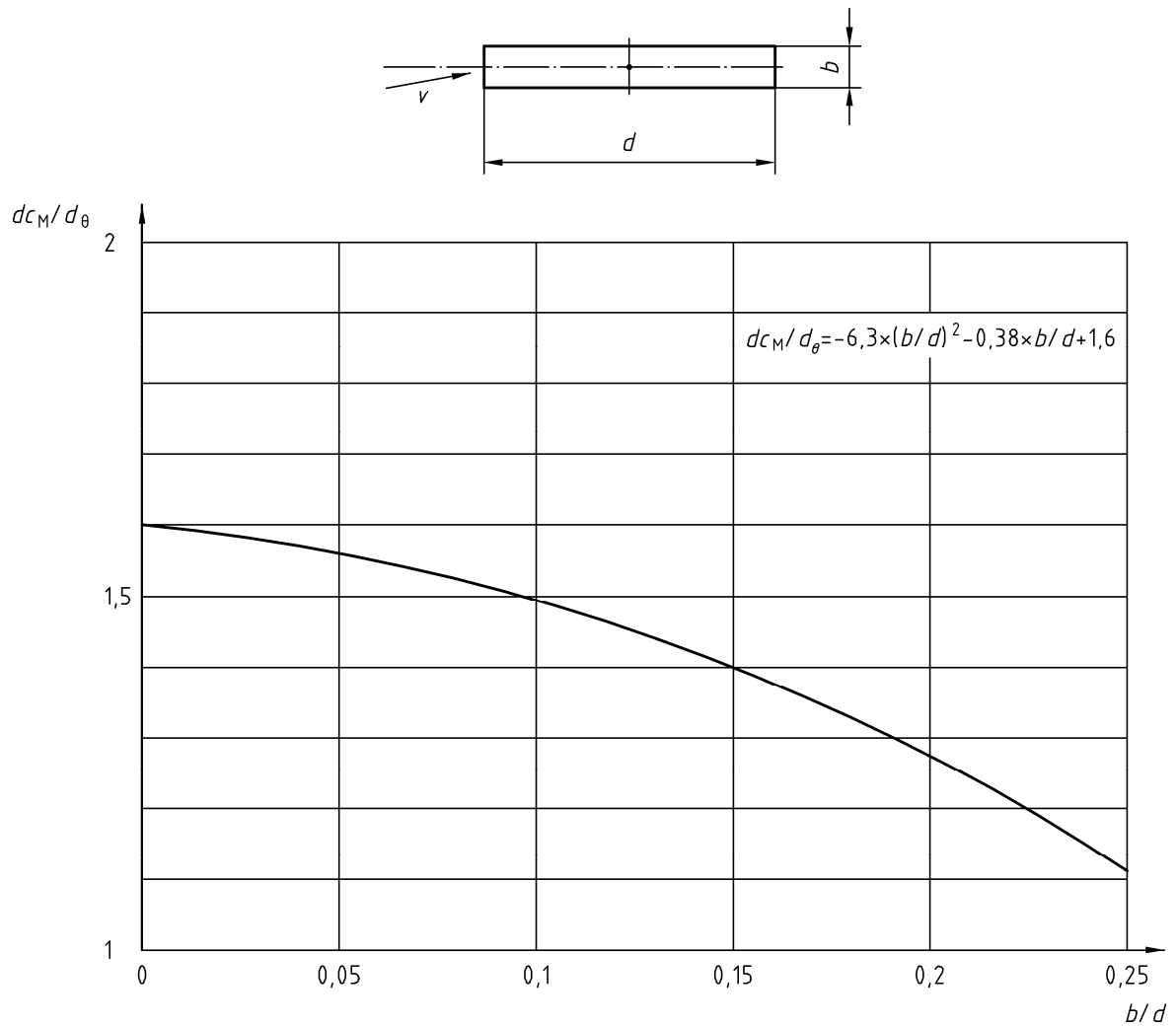


Bild NA.E.2 — Ableitung $dc_M/d\theta$ des (auf den Flächenschwerpunkt GC bezogenen) aerodynamischen Momentenbeiwertes c_M nach der Torsionsverdrehung θ für Rechteckquerschnitte

NDP

Anhang NA.F
(normativ)

Dynamische Grundlagen

Nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, Anhang F

NCI

Anhang NA.N
(informativ)

Windeinwirkungen auf Brücken

NA.N.1 Allgemeines

(1) Die nachfolgend angegebenen Einwirkungen aus Wind auf Brücken (Tabelle NA.N.5 bis Tabelle NA.N.8) beruhen auf DIN EN 1991-1-4:2010-12, insbesondere Abschnitt 8. Die Angaben dienen einer vereinfachten Anwendung der Norm bei nicht schwingungsanfälligen Deckbrücken und Bauteilen.

(2) Die unter Tabelle NA.N.5 bis Tabelle NA.N.8 aufgeführten Werte gelten für Höhen bis 100 m. Für Höhen über 100 m sollte eine verfeinerte Untersuchung durchgeführt werden.

(3) Als entscheidende Einflüsse können bedeutsam sein:

- der Einfluss der Höhenlage des Bauwerkes;
- der Einfluss von Aufbauten auf den Brückenquerschnitten auf den c_F -Wert und die kürzer anzunehmende Wiederkehrperiode des rechnerischen Staudruckes bei Bauzuständen.

(4) Bei der Ermittlung der Werte der Tabellen NA.N.5 bis Tabelle NA.N.8 wurden folgende Annahmen mit Bezug auf DIN EN 1991-1-4:2010-12 zugrunde gelegt.

Windzonen

In der Windzonenkarte für Deutschland nach Anhang NA.A werden jeweils zwei Windzonen zusammengefasst. Dabei wird für

- Windzone 1 und 2 $v_{\text{ref}} = 25 \text{ m/s}$ bzw. $q_{\text{ref}} = 0,39 \text{ kN/m}^2$ und für
- Windzone 3 und 4 $v_{\text{ref}} = 30 \text{ m/s}$ bzw. $q_{\text{ref}} = 0,56 \text{ kN/m}^2$ angenommen.

Bezogene Windeinwirkung

Nach Gleichung (8.2) in DIN EN 1991-1-4:2010-12 ist die Windkraft in x-Richtung:

$$F_w = q_p(z_e) \times c_{1,x} A_{\text{ref},x} \quad (\text{NA.N.1})$$

Daraus ergibt sich die bezogene Windkraft zu

$$w = \frac{F_w}{A_{\text{ref},x}} = q(z) \times c_{fx} = q(z) \times c_{fx,0} \times \psi_{3D} \quad (\text{NA.N.2})$$

Dabei ist

- $A_{\text{ref},x} = d \times \ell$ die Bezugsfläche für das Brückendeck;
- $A_{\text{ref},x} = b \times \ell$ die Bezugsfläche für Stützen und Pfeiler;
- $c_{fx,0}$ aerodynamischer Grundkraftbeiwert für unendlich große Schlankheit;
- ψ_{3D} Abminderungsfaktor zur Erfassung dreidimensionaler Strömungseffekte.

Geschwindigkeitsdruck im Binnenland

Es gilt das Mischprofil der Geländekategorien II und III nach Anhang NA.B. Das zugehörige Profil des Böengeschwindigkeitsdruckes ist nach Anhang NA.B:

$$\text{für } 7 \text{ m} < z \leq 50 \text{ m:} \quad q(z) = 1,7 \times q_{\text{ref}} \times \left(\frac{z}{10} \right)^{0,37} \quad (\text{NA.N.3})$$

$$\text{für } 50 \text{ m} < z \leq 300 \text{ m:} \quad q(z) = 2,1 \times q_{\text{ref}} \times \left(\frac{z}{10} \right)^{0,24} \quad (\text{NA.N.4})$$

Daraus ergibt sich $q(z)$ nach folgender Tabelle NA.N.1:

Tabelle NA.N.1 — Geschwindigkeitsdruck Binnenland

z in m	$q(z)$ WZ 1 + 2	$q(z)$ WZ 3 + 4
20	0,86	1,23
50	1,20	1,73
100	1,42	2,23

Geschwindigkeitsdruck in küstennahen Gebieten sowie auf den Inseln der Ostsee

Es gilt das Mischprofil der Geländekategorien I und II nach Anhang NA.B. Das zugehörige Profil des Böengeschwindigkeitsdruckes ist nach Anhang NA.B:

$$\text{für } 4 \text{ m} < z \leq 50 \text{ m:} \quad q(z) = 2,3 \times q_{\text{ref}} \times \left(\frac{z}{10} \right)^{0,27} \quad (\text{NA.N.5})$$

$$\text{für } 50 \text{ m} < z \leq 300 \text{ m:} \quad q(z) = 2,6 \times q_{\text{ref}} \times \left(\frac{z}{10} \right)^{0,19} \quad (\text{NA.N.6})$$

Daraus ergibt sich $q(z)$ nach folgender Tabelle NA.N.2:

Tabelle NA.N.2 — Geschwindigkeitsdruck Küste

z in m	$q(z)$ WZ 1 + 2	$q(z)$ WZ 3 + 4
20	1,08	1,55
50	1,39	1,99
100	1,57	2,26

Aerodynamische Beiwerte c_{f0}

Tabelle NA.N.3 enthält die Grundkraftbeiwerte $c_{f,0}$ für Brücken bei unendlich großer Schlankheit nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, Bild 8.3, in Abhängigkeit der Brückenabmessungen b/d

- für Brücken im Bauzustand oder mit offenem Geländer,
- für Brücken mit Brüstung oder Lärmschutzwand (Lsw) oder Verkehr.

Dabei ist b die Breite, d die Höhe des Überbaus nach NA.N.2 (1).

Tabelle NA.N.3 — Aerodynamische Grundkraftbeiwerte für Brücken

b/d	$c_{f,0}$	
	ohne Verkehr und ohne Lsw	mit Verkehr oder mit Lsw
$\leq 0,5$	2,4	2,4
4	1,3	1,3
≥ 5	1,3	1,0

Tabelle NA.N.4 enthält die Grundkraftbeiwerte $c_{f,0}$ für unendlich schlanke, scharfkantige Rechteckquerschnitte (Pfeiler) nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, Bild 7.23. Dabei ist b die Breite des Pfeilerquerschnitts orthogonal zur Windrichtung, d seine Abmessung parallel zur Windrichtung nach NA.N.2 (1).

Tabelle NA.N.4 — Aerodynamische Grundkraftbeiwerte für Brückenpfeiler

d/b	$c_{f,0}$
$\leq 0,5$	2,3
≥ 5	1,0

Aerodynamische Beiwerte c_{fx}

Die Berücksichtigung dreidimensionaler Umströmungseffekte an Stützen und Auflagern erfolgt in Abhängigkeit vom effektiven Schlankheitsgrad λ :

ANMERKUNG Die Abnahme der effektiven Windeinwirkung auf Brücken durch dreidimensionale Strömungseffekte an Auflagern und Stützen wird näherungsweise wie bei Bauwerken mit dreidimensionaler Umströmung freier Enden nach 7.13 berücksichtigt.

- Annahme für Überbauten ohne Verkehr und ohne Lärmschutzwand:

$$\frac{\ell}{d} \leq 70 \Rightarrow \text{gewählt } \lambda = 40 \Rightarrow \psi_{3D} = 0,85 \Rightarrow c_{fx} = \psi_{3D} \times c_{fx,0} = 0,85 \times c_{fx,0} \quad (\text{NA.N.7})$$

- Annahme für Überbauten mit Verkehr oder mit Lärmschutzwand:

$$\frac{\ell}{d} \leq 70 \Rightarrow \text{gewählt } \lambda = 10 \Rightarrow \psi_{3D} = 0,70 \Rightarrow c_{fx} = \psi_{3D} \times c_{fx,0} = 0,70 \times c_{fx,0} \quad (\text{NA.N.8})$$

— Annahme für Stützen und Pfeiler:

$$\frac{\ell}{d} \leq 70 \Rightarrow \text{gewählt } \lambda = 40 \Rightarrow \psi_{3D} = 0,85 \Rightarrow c_{fx} = \psi_{3D} \times c_{fx,0} = 0,85 \times c_{fx,0} \quad (\text{NA.N.9})$$

NA.N.2 Anzusetzende Windeinwirkungen

(1) Die bezogenen Windeinwirkungen ergeben sich nach folgenden Gleichungen und Tabellen:

— Überbau ohne Verkehr und ohne Lärmschutzwand

$$w = q(z_e) \times c_{fx,0} \times \psi_{3D} = q(z_e) \times c_{fx,0} \times 0,85 \quad (\text{NA.N.10})$$

— Überbau mit Verkehr oder mit Lärmschutzwand

$$w = q(z_e) \times c_{fx,0} \times \psi_{3D} = q(z_e) \times c_{fx,0} \times 0,70 \quad (\text{NA.N.11})$$

— Stützen und Pfeiler

$$w = q(z_e) \times c_{fx,0} \times \psi_{3D} = q(z_e) \times c_{fx,0} \times 0,85 \quad (\text{NA.N.12})$$

Tabelle NA.N.5 — Windeinwirkungen w in kN/m² auf Brücken für Windzone 1 und 2 (Binnenland)

1	2	3	4	5	6	7
	Ohne Verkehr und ohne Lärmschutzwand			Mit Verkehr ^a oder mit Lärmschutzwand		
	auf Überbauten					
b/d^b	$z_e \leq 20 \text{ m}$	$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$	$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$	$z_e \leq 20 \text{ m}$	$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$	$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$
$\leq 0,5$	1,75	2,45	2,90	1,45	2,05	2,40
$= 4$	0,95	1,35	1,60	0,80	1,10	1,30
≥ 5	0,95	1,35	1,60	0,60	0,85	1,00
	auf Stützen und Pfeilern ^c					
d/b^b	$z_e \leq 20 \text{ m}$		$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$		$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$	
$\leq 0,5$	1,70		2,35		2,80	
≥ 5	0,75		1,05		1,25	

^a Es gilt der Kombinationsbeiwert $\psi_0 = 0,4$ (Windzone 3+4) und $\psi_0 = 0,55$ (Windzone 1+2). Für Eisenbahnbrücken gilt der Kombinationsbeiwert $\psi_0 = 0,6$.

^b Bei Zwischenwerten kann linear interpoliert werden.

^c Bei quadratischen Stützen- oder Pfeilerquerschnitten mit abgerundeten Ecken, bei denen das Verhältnis $r/d \geq 0,20$ beträgt, können die Windeinwirkungen auf Pfeiler und Stützen um 50 % reduziert werden. Für $0 < r/d < 0,2$ darf linear interpoliert werden. Hierbei ist r = Radius der Ausrundung.

Tabelle NA.N.6 — Windeinwirkungen w in kN/m² auf Brücken für Windzone 3 und 4 (Binnenland)

1	2	3	4	5	6	7
	Ohne Verkehr und ohne Lärmschutzwand			Mit Verkehr ^a oder mit Lärmschutzwand		
	auf Überbauten					
b/d^b	$z_e \leq 20 \text{ m}$	$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$	$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$	$z_e \leq 20 \text{ m}$	$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$	$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$
$\leq 0,5$	2,55	3,55	4,20	2,10	2,95	3,45
$= 4$	1,40	1,95	2,25	1,15	1,60	1,90
≥ 5	1,40	1,95	2,25	0,90	1,25	1,45
	auf Stützen und Pfeilern ^c					
d/b^b	$z_e \leq 20 \text{ m}$		$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$		$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$	
$\leq 0,5$	2,40		3,40		4,00	
≥ 5	1,05		1,50		1,75	
^a Es gilt der Kombinationsbeiwert $\psi_0 = 0,4$ (Windzone 3+4) und $\psi_0 = 0,55$ (Windzone 1+2). Für Eisenbahnbrücken gilt der Kombinationsbeiwert $\psi_0 = 0,6$.						
^b Bei Zwischenwerten kann linear interpoliert werden.						
^c Bei quadratischen Stützen- oder Pfeilerquerschnitten mit abgerundeten Ecken, bei denen das Verhältnis $r/d \geq 0,20$ beträgt, können die Windeinwirkungen auf Pfeiler und Stützen um 50 % reduziert werden. Für $0 < r/d < 0,2$ darf linear interpoliert werden. Hierbei ist r = Radius der Ausrundung.						

Tabelle NA.N.7 — Windeinwirkungen w in kN/m² auf Brücken für Windzone 1 und 2 (Küstennähe)

1	2	3	4	5	6	7
	Ohne Verkehr und ohne Lärmschutzwand			Mit Verkehr ^a oder mit Lärmschutzwand		
	auf Überbauten					
b/d^b	$z_e \leq 20 \text{ m}$	$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$	$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$	$z_e \leq 20 \text{ m}$	$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$	$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$
$\leq 0,5$	2,20	2,85	3,20	1,85	2,35	2,65
$= 4$	1,20	1,55	1,75	1,00	1,30	1,45
≥ 5	1,20	1,55	1,75	0,80	1,00	1,10
	auf Stützen und Pfeilern ^c					
b/d^b	$z_e \leq 20 \text{ m}$		$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$		$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$	
$\leq 0,5$	2,15		2,75		3,10	
≥ 5	0,95		1,20		1,35	
<p>^a Es gilt der Kombinationsbeiwert $\psi_0 = 0,4$ (Windzone 3+4) und $\psi_0 = 0,55$ (Windzone 1+2). Für Eisenbahnbrücken gilt der Kombinationsbeiwert $\psi_0 = 0,6$.</p> <p>^b Bei Zwischenwerten kann linear interpoliert werden.</p> <p>^c Bei quadratischen Stützen- oder Pfeilerquerschnitten mit abgerundeten Ecken, bei denen das Verhältnis $r/d \geq 0,20$ beträgt, können die Windeinwirkungen auf Pfeiler und Stützen um 50 % reduziert werden. Für $0 < r/d < 0,2$ darf linear interpoliert werden. Hierbei ist r = Radius der Ausrundung.</p>						

Tabelle NA.N.8 — Windeinwirkungen w in kN/m^2 auf Brücken für Windzone 3 und 4 (Küstennähe)

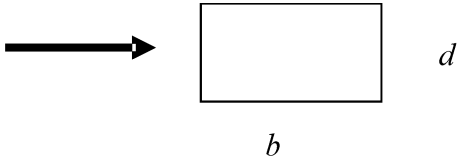
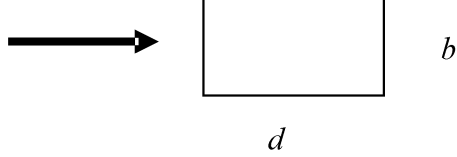
1	2	3	4	5	6	7
	Ohne Verkehr und ohne Lärmschutzwand			Mit Verkehr ^a oder mit Lärmschutzwand		
	auf Überbauten					
b/d^b	$z_e \leq 20 \text{ m}$	$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$	$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$	$z_e \leq 20 \text{ m}$	$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$	$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$
$\leq 0,5$	3,20	4,10	4,65	2,60	3,35	3,80
$= 4$	1,75	2,20	2,50	1,45	1,85	2,10
≥ 5	1,75	2,20	2,50	1,10	1,40	1,60
	auf Stützen und Pfeilern ^c					
b/d^b	$z_e \leq 20 \text{ m}$		$20 \text{ m} < z_e \leq 50 \text{ m}$		$50 \text{ m} < z_e \leq 100 \text{ m}$	
$\leq 0,5$	3,05		3,90		4,45	
≥ 5	1,35		1,70		1,95	

^a Es gilt der Kombinationsbeiwert $\psi_0 = 0,4$ (Windzone 3+4) und $\psi_0 = 0,55$ (Windzone 1+2). Für Eisenbahnbrücken gilt der Kombinationsbeiwert $\psi_0 = 0,6$.

^b Bei Zwischenwerten kann linear interpoliert werden.

^c Bei quadratischen Stützen- oder Pfeilerquerschnitten mit abgerundeten Ecken, bei denen das Verhältnis $r/d \geq 0,20$ beträgt, können die Windeinwirkungen auf Pfeiler und Stützen um 50 % reduziert werden. Für $0 < r/d < 0,2$ darf linear interpoliert werden. Hierbei ist r = Radius der Ausrundung.

Erläuterungen zu den Tabellen.NA.N.5 bis NA.N.8:

Überbau	Unterbau
	

Dabei ist

- b Überbau: Gesamtbreite der Deckbrücke,
Unterbau: Stützen- bzw. Pfeilerabmessungen orthogonal zur Windrichtung.
- d Überbau:
— Bei Brücken ohne Verkehr und ohne Lärmschutzwand:
Höhe von Oberkante Kappe einschließlich ggf. vorhandener Brüstung oder Gleitwand bis Unterkante Tragkonstruktion. Bei Eisenbahnbrücken, wenn ungünstiger, von Schienenoberkante bis Unterkante Tragkonstruktion.
— Bei Brücken mit Verkehrsband oder mit Lärmschutzwand:
Höhe von Oberkante Verkehrsband bzw. Lärmschutzwand bis Unterkante Tragkonstruktion.
- Unterbau:
— Stützen- bzw. Pfeilerabmessung parallel zur Windrichtung.
- z_e größte Höhe der Windlastresultierenden über der Geländeoberfläche oder über dem mittleren Wasserstand. Für Höhen $z < z_{\min}$ ist $z_e = z_{\min}$ anzunehmen.

(2) Die Angaben gelten nur für nicht schwingungsanfällige Deckbrücken sowie nicht schwingungsanfällige Bauteile. NA.C.2 enthält Kriterien zur Beurteilung der Schwingungsanfälligkeit. Die Tabellen NA.N.5 bis NA.N.8 gelten nicht für Sonderbrückenkonstruktionen, wie z. B. bewegliche Brücken und überdachte Brücken.

Für Fachwerk- und Stabbogenbrücken gelten die Angaben sinngemäß; die außerhalb der Fahrbahnkonstruktion liegenden Bauteile (Fachwerkstäbe bzw. Bögen und Hänger) sind gesondert zu erfassen.

(3) Für zeitlich begrenzte Bauzustände gilt:

- 1) bei Bauzuständen, die nicht länger als 1 Tag dauern, dürfen die charakteristischen Werte der Tabellen NA.N.5 und NA.N.7 mit dem Faktor 0,55 und die charakteristischen Werte der Tabellen NA.N.6 und NA.N.8 mit dem Faktor 0,4 multipliziert werden.
- 2) bei Bauzuständen, die nicht länger als 1 Woche dauern, dürfen die charakteristischen Werte der Tabellen NA.N.5 und NA.N.7 mit dem Faktor 0,80 und die charakteristischen Werte der Tabellen NA.N.6 und NA.N.8 mit dem Faktor 0,55 multipliziert werden.

Voraussetzung ist, dass sichergestellt wird, dass die Windgeschwindigkeiten folgende Werte nicht überschreiten:

— Im Fall (1): $v < 18 \text{ m/s}$,

— im Fall (2): $v < 22 \text{ m/s}$.

Hierzu ist es notwendig, die Wetterlage festzustellen, den Wetterverlauf zu beobachten und rechtzeitig durchführbare Sicherungsmaßnahmen für den Fall vorzusehen, dass die Windgeschwindigkeit den o. g. Wert übersteigt.

NCI

Anhang NA.V

(normativ)

Druckbeiwerte für Vordächer

(1) Die Druckbeiwerte der Tabelle NA.V.1 gelten für ebene Vordächer, die mit einer maximalen Auskragung von 10m und einer Dachneigung von bis zu $\pm 10^\circ$ aus der Horizontalen an eine Gebäudewand angeschlossen sind.

(2) Vordächer sind für zwei Lastfälle, eine abwärts gerichtete (positive) und eine aufwärts gerichtete (negative) Kraftwirkung zu untersuchen.

(3) In Tabelle NA.V.1 sind Druckbeiwerte $c_{p,net}$ für die Resultierende der Drücke an Ober- und Unterseite angegeben. Die Bezeichnungen und Abmessungen hierzu sind dem Bild NA.V.1 zu entnehmen.

(4) Die Werte gelten unabhängig vom horizontalen Abstand des Vordaches von der Gebäudeecke.

(5) Bezugshöhe z_e ist der Mittelwert aus der Trauf- und Firsthöhe des Gebäudes.

Tabelle NA.V.1 – Aerodynamische Beiwerte $c_{p,net}$ für den resultierenden Druck an Vordächern

Höhenver- hältnis h_1/h	Bereich					
	Abwärtslast	A Aufwärtslast		Abwärtslast	B Aufwärtslast	
		$h_1/d_1 \leq 1,0$	$h_1/d_1 \geq 3,5$		$h_1/d_1 \leq 1,0$	$h_1/d_1 \geq 3,5$
$\leq 0,1$	1,1	-0,9	-1,4	0,9	-0,2	-0,5
0,2	0,8	-0,9	-1,4	0,5	-0,2	-0,5
0,3	0,7	-0,9	-1,4	0,4	-0,2	-0,5
0,4	0,7	-1,0	-1,5	0,3	-0,2	-0,5
0,5	0,7	-1,0	-1,5	0,3	-0,2	-0,5
0,6	0,7	-1,1	-1,6	0,3	-0,4	-0,7
0,7	0,7	-1,2	-1,7	0,3	-0,7	-1,0
0,8	0,7	-1,4	-1,9	0,3	-1,0	-1,3
0,9	0,7	-1,7	-2,2	0,3	-1,3	-1,6
1,0	0,7	-2,0	-2,5	0,3	-1,6	-1,9
Für Zwischenwerte $1,0 << h_1/d_1 < 3,5$ ist linear zu interpolieren, Zwischenwerte h_1/h dürfen linear interpoliert werden.						

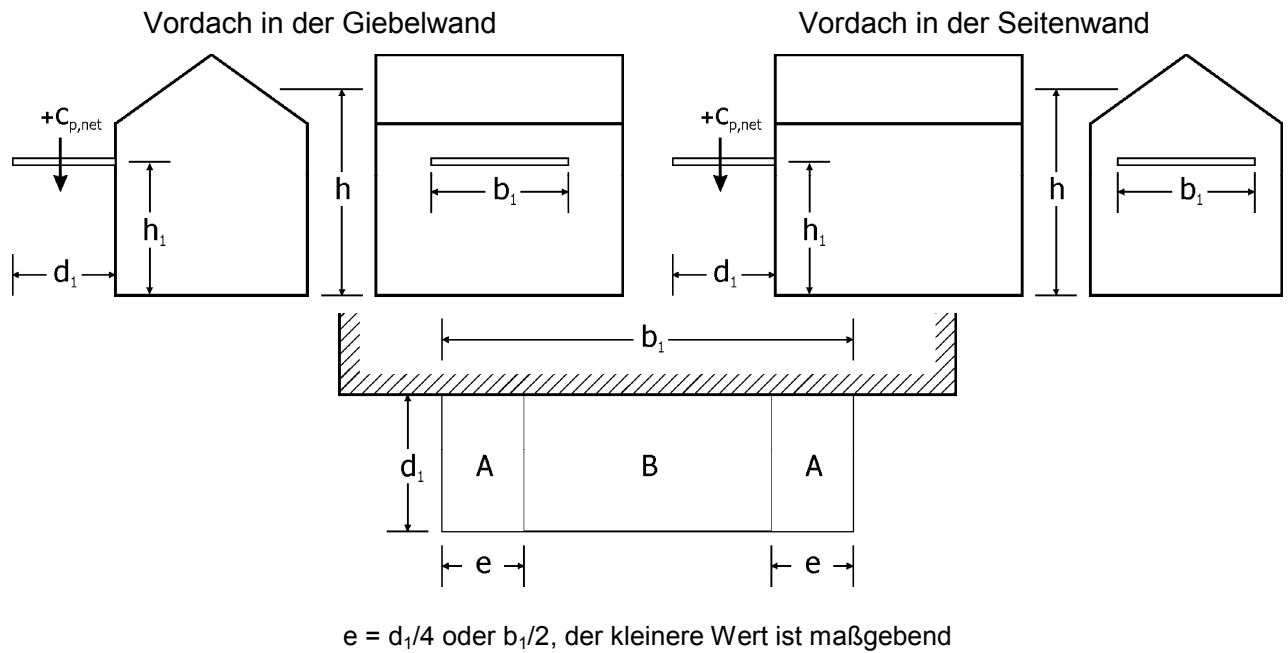


Bild NA.V.1 — Abmessungen und Einteilung der Flächen für Vordächer

NCI Literaturhinweis

[NA.5] WTG-Merkblatt über Windkanalversuche in der Gebäudeaerodynamik, Windtechnologische Gesellschaft WTG e.V. Deutschland – Österreich – Schweiz, Aachen 1994