

DIN 1055-4:2005-03 (D)

Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 4: Windlasten

Inhalt	Seite
Vorwort	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Symbole und Abkürzungen	9
4 Klassifizierung der Einwirkungen.....	11
5 Bemessungssituationen	11
6 Erfassung der Einwirkungen.....	12
6.1 Allgemeine Festlegungen	12
6.2 Beurteilung der Schwingungsanfälligkeit von Bauwerken bei böenerregten Schwingungen	12
6.3 Weitergehende Untersuchungen	13
7 Windgeschwindigkeit und Geschwindigkeitsdruck	13
7.1 Allgemeines	13
7.2 Abminderung des Geschwindigkeitsdruckes bei vorübergehenden Zuständen	14
8 Winddruck bei nicht schwingungsanfälligen Konstruktionen	14
9 Windkräfte bei nicht schwingungsanfälligen Konstruktionen	16
9.1 Windkräfte	16
9.2 Windkräfte infolge von Reibung	16
10 Böengeschwindigkeitsdruck für nicht schwingungsanfällige Bauwerke und Bauteile	17
10.1 Verfahren zur Ermittlung des Böengeschwindigkeitsdruckes	17
10.2 Vereinfachte Annahmen für den Böengeschwindigkeitsdruck bei Bauwerken bis zu einer Höhe von 25 m über Grund.....	17
10.3 Höhenabhängiger Böengeschwindigkeitsdruck im Regelfall.....	18
11 Dynamische Windwirkungen	19
11.1 Böenerregte Schwingungen.....	19
11.2 Wirbelerregte Querschwingungen und aeroelastische Phänomene	19
12 Aerodynamische Beiwerte	20
12.1 Druckbeiwerte für Gebäude	20
12.1.1 Allgemeines	20
12.1.2 Vertikale Wände von Gebäuden mit rechteckigem Grundriss.....	20
12.1.3 Flachdächer	23
12.1.4 Pultdächer	25
12.1.5 Sattel- und Trogdächer	27
12.1.6 Walmdächer	30
12.1.7 Druckbeiwerte für Sheddächer	32
12.1.8 Innendruck bei geschlossenen Baukörpern	34
12.1.9 Druckbeiwerte auf die innen liegenden Oberflächen seitlich offener Baukörper	35
12.1.10 Resultierender Winddruck für Außenwandbekleidungen	36
12.2 Druckbeiwerte für freistehende Dächer	37
12.3 Druckbeiwerte für freistehende Wände und Kraftbeiwerte für Anzeigetafeln	39
12.3.1 Druckbeiwerte für freistehende Wände.....	39
12.3.2 Abschattungsfaktoren für freistehende Wände	40

12.3.3	Kraftbeiwerte für Anzeigetafeln.....	41
12.4	Kraftbeiwerte für Bauteile mit rechteckigem Querschnitt.....	42
12.5	Kraftbeiwerte für Bauteile mit kantigem Querschnitt	44
12.6	Kraftbeiwerte für Bauteile mit regelmäßigem polygonalem Querschnitt	44
12.7	Kreiszylinder	46
12.7.1	Kraftbeiwerte	46
12.7.2	Kraftbeiwerte für vertikale Zylinder in Reihenanordnung	47
12.7.3	Druckbeiwerte	48
12.8	Kraftbeiwerte für Kugeln.....	50
12.9	Kraftbeiwerte für Fachwerke	50
12.10	Abminderung der Windkräfte auf hintereinander liegende gleiche Stäbe, Tafeln oder Fachwerke	55
12.11	Kraftbeiwerte für Flaggen	56
12.12	Reibungsbeiwerte.....	57
12.13	Effektive Schlankheit und Abminderungsfaktor ψ_λ zur Berücksichtigung der Schlankheit.....	57
Anhang A (normativ) Windzonenkarte.....		60
A.1	Allgemeines.....	60
A.2	Einfluss der Meereshöhe	60
Anhang B (normativ) Einfluss von Geländerauigkeit und Topographie		61
Anhang C (normativ) Verfahren zur Ermittlung des Böenreaktionsfaktors.....		66
C.1	Allgemeines.....	66
C.2	Statische Ersatzlast	67
C.3	Böenreaktionsfaktor.....	68
C.4	Verformungen und Beschleunigungen	74
C.5	Interferenzeffekte	76
C.6	Überschreitungshäufigkeit von niedrigen Niveaus der Böenreaktion.....	77
Anhang D (normativ) Wirbelerregte Schwingungen.....		79
D.1	Allgemeines.....	79
D.2	Berechnungsverfahren für wirbelerregte Querschwingungen	79
D.2.1	Kritische Windgeschwindigkeit.....	79
D.2.2	Strouhalzahl	79
D.2.3	Einwirkung infolge wirbelerregter Querschwingungen.....	81
D.2.4	Berechnung der Querschwingungsamplitude.....	81
D.2.5	Aerodynamischer Erregerkraftbeiwert	82
D.2.6	Wirklänge.....	83
D.2.7	Wirklängenfaktor K_w	84
D.2.8	Beiwert der Schwingungsform K	87
D.2.9	Anzahl N der Spannungsschwingenspiele.....	87
D.2.10	Maßnahmen gegen wirbelerregte Querschwingungen.....	88
D.2.11	Ovalisierende Schwingungen zylinderförmiger Schalen	88
Anhang E (normativ) Aeroelastische Instabilitäten und Interferenzeffekte		89
E.1	Galloping	89
E.1.1	Allgemeines.....	89
E.1.2	Einsetzgeschwindigkeit	89
E.2	Interferenzeffekte bei Reihen- oder Gruppenanordnung für Schwingungen quer zur Windrichtung.....	91
E.2.1	Allgemeines.....	91
E.2.2	Wirbelresonanz	91
E.2.3	Interferenzgalloping	92
E.2.4	Klassisches Galloping	92
E.3	Divergenz und Flattern.....	95
E.3.1	Allgemeines.....	95
E.3.2	Allgemeine Bedingungen für plattenförmige Baukörper.....	95
E.3.3	Divergenzgeschwindigkeit.....	95
Anhang F (normativ) Dynamische Grundlagen		97
F.1	Allgemeines.....	97
F.2	Grundeigenfrequenz.....	97

F.3	Grundblegeschwingungsform	99
F.4	Äquivalente Masse	100
F.5	Logarithmisches Dämpfungsdekrement.....	100
Bild 1	— Druck auf Bauwerksflächen.....	15
Bild 2	— Außendruckbeiwert für Bauwerke in Abhängigkeit von der Lasteinzugsfläche A	20
Bild 3	— Bezugshöhe z_e in Abhängigkeit von der Höhe h und der Breite b	21
Bild 4	— Einteilung der Wandflächen bei vertikalen Wänden	22
Bild 5	— Einteilung der Dachflächen bei Flachdächern.....	24
Bild 6	— Einteilung der Dachflächen bei Pultdächern	26
Bild 7	— Einteilung der Dachflächen bei Sattel- und Trogdächern	28
Bild 8	— Einteilung der Dachflächen bei Walmdächern.....	31
Bild 9	— Einteilung der Dachflächen bei Sheddächern	33
Bild 10	— Innendruckbeiwerte c_{pi} bei durchlässigen Außenwänden	35
Bild 11	— Druckbeiwerte auf die innen liegenden Oberflächen seitlich offener Baukörper	36
Bild 12	— Einteilung der Wandfläche und Anströmrichtung.....	39
Bild 13	— Abschattungsfaktor ψ_s für Winddrücke auf hintereinander liegende Wände	41
Bild 14	— Abmessungen bei Anzeigetafeln.....	42
Bild 15	— Grundkraftbeiwerte $c_{f,0}$ von scharfkantigen Rechteckquerschnitten.....	43
Bild 16	— Abminderungsfaktor ψ_r für einen quadratischen Querschnitt mit abgerundeten Ecken	43
Bild 17	— Bauteilquerschnitte	44
Bild 18	— Bauteil mit regelmäßigem polygonalen Querschnitt.....	45
Bild 19	— Grundkraftbeiwert $c_{f,0}$ von Zylindern mit unendlicher Schlankheit für verschiedene bezogene äquivalente Rauigkeiten k/b	46
Bild 20	— Druckverteilung über einen zylindrischen Querschnitt.....	49
Bild 21	— Kraftbeiwert einer Kugel in Windrichtung.....	50
Bild 22	— Grundkraftbeiwert $c_{f,0}$ für ein ebenes Fachwerk aus abgewinkelten scharfkantigen Profilen in Abhängigkeit vom Völligkeitsgrad ϕ	52
Bild 23	— Grundkraftbeiwert $c_{f,0}$ für ein räumliches Fachwerk aus abgewinkelten und scharfkantigen Profilen in Abhängigkeit vom Völligkeitsgrad ϕ	53
Bild 24	— Grundkraftbeiwert $c_{f,0}$ für ebenes und räumliches Fachwerk aus Profilen mit kreisförmigem Querschnitt	54
Bild 25	— Abminderungsfaktor η für die Summe der Windkräfte auf hintereinander liegende gleiche Baukörper in Anhängigkeit vom Verhältnis x/h und vom Völligkeitsgrad ϕ (bei vollwandigen Baukörpern: $\phi = 1$)	56
Bild 26	— Abminderungsfaktor ψ_λ in Abhängigkeit von der effektiven Schlankheit λ und für verschiedene Völligkeitsgrade ϕ	57
Bild 27	— Definition des Völligkeitsgrades ϕ	59
Bild A.1	— Windzonenkarte für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland.....	60
Bild B.1	— Faktor s für Klippen und Geländesprünge.....	64
Bild B.2	— Faktor s für Kuppen und Hügelkämme.....	65
Bild C.1	— Effektive Höhe z_e	67

Bild C.2 — Spitzenfaktor g	69
Bild C.3 — Integrallängenmaß $L_i(z)$ der Turbulenz	71
Bild C.4 — Böengrundanteil Q_0^2	72
Bild C.5 — Dimensionslose spektrale Dichtefunktion R_N	73
Bild C.6 — Aerodynamische Übertragungsfunktionen R_l ($l = h$ bzw. b)	74
Bild C.7 — Näherung des Koeffizienten K_x nach Gleichung (C.20)	76
Bild C.8 — Anzahl der Überschreitungen N_g des Niveaus $S_c(N_g)$ einer Böenreaktion S innerhalb eines Zeitraums von 50 Jahren	78
Bild D.1 — Strouhalzahl St für scharfkantige rechteckige Querschnittsformen	81
Bild D.2 — Grundwert des aerodynamischen Erregerkraftbeiwertes $c_{lat,0}$ für Kreiszyylinder in Abhängigkeit von der Reynoldszahl Re (v_{crit})	83
Bild D.3 — Beispiele für den Ort der anzusetzenden Wirklänge	84
Bild E.1 — Reihen- und Gruppenanordnungen von zylindrischen Baukörpern	91
Bild E.2 — Bezeichnungen der geometrischen Parameter für Interferenzgalloping	92
Bild E.3 — Ableitung des aerodynamischen Koeffizienten des Momentes c_M nach der Torsionsverdrehung θ in Abhängigkeit des Seitenverhältnisses b/d	96
Bild F.1 — Abmessungen bei Schornsteinen	98
Bild F.2 — Grundbiegeschwingungsform für Gebäude, Türme und Schornsteine, die als Kragbauwerke ausgeführt sind	99

Tabellen

Tabelle 1 — Abgeminderter Geschwindigkeitsdruck zur Untersuchung vorübergehender Zustände	14
Tabelle 2 — Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe	18
Tabelle 3 — Außendruckbeiwerte für vertikale Wände rechteckiger Gebäude	23
Tabelle 4 — Außendruckbeiwerte für Flachdächer	25
Tabelle 5 — Außendruckbeiwerte für Pultdächer	27
Tabelle 6 — Außendruckbeiwerte für Sattel- und Trogdächer	29
Tabelle 7 — Außendruckbeiwerte für Walmdächer	32
Tabelle 8 — Druckbeiwerte für freistehende Dächer	38
Tabelle 9 — Beiwerte für den resultierenden Druck $c_{p,net}$ für freistehende Wände	40
Tabelle 10 — Grundkraftbeiwerte $c_{f,0}$ für regelmäßige polygonale Querschnitte	45
Tabelle 11 — Äquivalente Rauigkeiten	47
Tabelle 12 — Erhöhungsfaktor κ für die Grundkraftbeiwerte $c_{f,0}$ von in Reihe angeordneten Kreiszyindern	48
Tabelle 13 — Typische Werte für Re , α_{min} , $c_{p,0,min}$, α_A und $c_{p,0,h}$	49
Tabelle 14 — Bezugsfläche A und Kraftbeiwert c_f für hintereinander liegende Baukörper	55
Tabelle 15 — Reibungsbeiwerte c_{fr}	57
Tabelle 16 — Effektive Schlankheit λ für Zylinder-, Vieleck-, Brücken- und Rechteckquerschnitte sowie für Anzeigetafeln, scharfkantige Bauteile und Fachwerkkonstruktionen	58
Tabelle B.1 — Geländekategorien	61

Tabelle B.2 — Profile der mittleren Windgeschwindigkeit, der Turbulenzintensität, des Böengeschwindigkeitsdrucks und der Böengeschwindigkeit in ebenem Gelände für 4 Geländekategorien	62
Tabelle B.3 — Profile der mittleren Windgeschwindigkeit, der Turbulenzintensität und der Böengeschwindigkeit in ebenem Gelände für die Regelfälle nach 10.3.....	63
Tabelle B.4 — Werte für die effektive Länge L_e	63
Tabelle C.1 — Exponent ε	70
Tabelle C.2 — Profilexponent α	75
Tabelle C.3 — Beispiele für Interferenzfaktoren K_i für hohe Bauwerke in Reihen- oder Gruppenanordnung.....	77
Tabelle D.1 — Strouhalzahl St und Grundwert des aerodynamischen Erregerkraftbeiwertes $c_{lat,0}$ für verschiedene Querschnittsformen.....	80
Tabelle D.2 — Aerodynamischer Erregerkraftbeiwert c_{lat} in Abhängigkeit vom Verhältnis der kritischen Windgeschwindigkeit zur mittleren Windgeschwindigkeit $v_{crit,i} / v_{m,Lj}$	82
Tabelle D.3 — Wirklänge L_j in Abhängigkeit von der Schwingwegamplitude y_{Fj}	84
Tabelle D.4 — Wirklängenfaktor K_W und Beiwert der Schwingungsform.....	86
Tabelle E.1 — Stabilitätsbeiwert für Galloping a_G	90
Tabelle E.2 — Rechenwerte für die Abschätzung der Antwort quer zur Windrichtung von gekoppelten Zylindern in Reihen- und Gruppenanordnung.....	94
Tabelle F.1 — Grundbiegeschwingsform von gelenkig gelagerten oder beidseitig eingespannten Einfeldträgern.....	100
Tabelle F.2 — Parameter a_1 , b_1 , und δ_{min}	102