

Tech-News 11/07 Fachgebiet: Einwirkungen

Von Dipl.-Ing. Wolfgang Kohler
Prüfingenieur für Baustatik VPI
Glemsgastrasse 12
70499 Stuttgart

DIN 1055 Einwirkungen auf Tragwerke

Teil 3: Eigen- und Nutzlasten für Hochbauten

Teil 4: Windlasten

Teil 5: Schneelasten

1. Vorwort

Die Normen DIN 1055 Teile 3, 4 und 5 sind Teile einer neuen Reihe von deutschen Normen über Einwirkungen auf Tragwerke, die auf der Grundlage entsprechender Europäischer Normen entwickelt wurden und die die bisherigen Normen der Reihe 1055 ergänzen bzw. ablösen sollen. Sie wurden auf der Grundlage der Vornorm DIN V ENV 1991-2-1 (Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke; Wichten, Eigenlasten, Nutzlasten) erarbeitet.

Die Norm DIN 1055-3 enthält charakteristische Werte für Einwirkungen infolge Eigenlasten sowie horizontaler und vertikaler Nutzlasten auf Tragwerke des Hochbaus. Sie sind nach Nutzungskategorien der jeweiligen Gebäude oder Gebäudeteile in Übereinstimmung mit DIN 1055-100 eingeteilt.

DIN 1055-4 enthält allgemeine Vorgehensweisen und Angaben zu Einwirkungen infolge von Wind für die Bemessung von Hoch- und Ingenieurbauwerken. Sie gilt für Bauwerke bis zu einer Höhe von 300 m, auch für Schornsteine und andere vertikale Kragssysteme, sie enthält jedoch keine Regelungen für Windlasten auf Brücken.

DIN 1055-5 enthält Rechenwerte der Schnee- und Eislasten, die bei der Bemessung baulicher Anlagen anzusetzen sind. Sie gilt für Orte bis 1500 m ü. NN und natürliche Schneelastverteilungen.

Alle drei Normen wurden vom DIN Deutsches Institut für Normung e.V. herausgegeben und sind in gedruckter Form beim Beuth Verlag, Berlin erhältlich.

In Baden-Württemberg wurden die drei Normen zusammen mit DIN 1055-6: „Einwirkungen auf Silos und Flüssigkeitsbehälter“ und DIN 1055-9: „Außergewöhnliche Einwirkungen“ zum Ende des letzten Jahres durch die Aufnahme in die Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB) eingeführt. Mit dem Einführungserlass wurden in der Anlage zur LTB ergänzende Angaben festgelegt. Die Windlastkarte der DIN 1055-4 und die Schneelastkarte der DIN

1055-5 wurden entsprechend den Verwaltungsgebieten überarbeitet und die Zuordnung der Gemeinden in die entsprechenden Zonen im GABI veröffentlicht.

Der umfangreichste Teil dieser Normen ist der Teil 4: Windlasten. In dieser Tech-News-Folge wird der Teil 4 behandelt. Auf die anderen Teile wird in späteren Tech-News-Folgen eingegangen.

2. DIN 1055 Teil 4: Windlasten

2.1. Allgemeines

Die DIN 1055 Teil 4 (März 2005) wurde gegenüber der bisherigen DIN 1055 Teil 4 (August 1986) vollständig überarbeitet. Die Norm gilt jetzt auch für schwingungsanfällige Tragwerke und enthält Regelungen für den Einfluss der Geländerauhigkeit und für wirbelerregte Querschwingungen. Außerdem wurde eine Windkarte mit Windzonen auf der Basis von unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten eingeführt.

Wie bisher gilt, dass für Bauwerke, die durch massive Wände und Decken erfahrungsgemäß ausreichend ausgesteift sind, in der Regel die Windbeanspruchung der Gesamtkonstruktion nicht nachgewiesen werden muss.

Bei nicht schwingungsanfälligen Tragwerken wird wie bisher eine statische Ersatzlast auf der Grundlage von Böengeschwindigkeiten festgelegt. Ohne besonderen Nachweis dürfen Wohn-, Büro-, Industrie- und ähnliche Gebäude mit einer Höhe bis 25 m (bisher 40 m) als nicht schwingungsanfällig angenommen werden.

Als Kriterium der Schwingungsanfälligkeit dient in der neuen Norm nicht mehr die schwer zu ermittelnde Eigenfrequenz sondern die Kopfpunktverschiebung des Bauwerks unter Wind- und Eigenlasten, die mit den meisten Rechenprogrammen ermittelt werden kann. Die Schwingungsanfälligkeit kann mit Gleichung (1) der Norm leicht überprüft werden.

Neu in die Norm aufgenommen wurde eine Abminderung des Winddrucks bei vorübergehenden Zuständen in Abhängigkeit von der Dauer des Zustands. In Tabelle 1 werden Zeiten von unter 3 Tagen bis zu 2 Jahren behandelt.

2.2. Ermittlung der Windkraft

Bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken wird der Winddruck wie bisher mit $w = c \cdot q$ ermittelt.

Die Windkraft heißt jetzt F_w und wird wie bisher so ermittelt:

$$F_w = c \cdot q \cdot A$$

Bei mehr als doppelt so hohen, wie breiten Gebäuden wird die Windkraft abschnittsweise ermittelt.

Windkraftausmitten sind wie bisher mit $b/10$ anzusetzen.

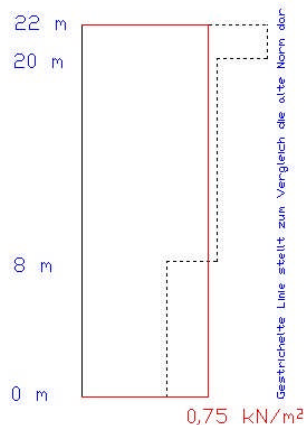
Auch die Windkräfte infolge Reibung werden wie bisher behandelt, jedoch sind die Reibbeiwerte teilweise noch geringer als bisher (vgl. Tabelle 15)

2.3. Ermittlung der Böengeschwindigkeitsdrücke

Neu geregelt sind die Böengeschwindigkeitsdrücke (bisher Staudrücke) q :

Bei Bauwerken bis 25 m Höhe darf der Geschwindigkeitsdruck q konstant über die gesamte Gebäudehöhe angenommen werden. Der anzusetzende Geschwindigkeitsdruck q hängt von der geografischen Lage (Windzone) und der Gebäudehöhe ab (Tabelle 2).

Beispiel: Gebäudehöhe 22 m, Windzone 1, Binnenland:

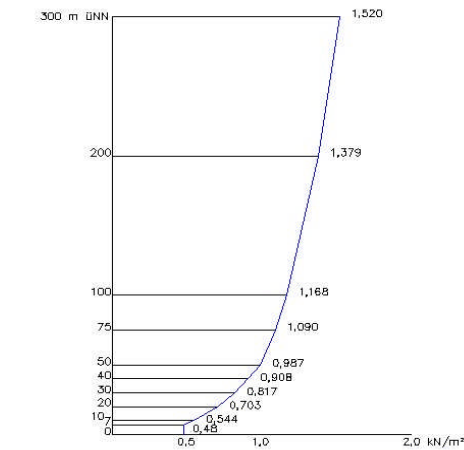


Für höhere Gebäude und genauere Berechnungen ist der Geschwindigkeitsdruck nach Abschnitt 10.3 geregelt.

Der Geschwindigkeitsdruck ist jetzt nicht mehr abschnittsweise konstant sondern kurvenförmig, abhängig von der Höhe über dem Gelände.

Die geografische Lage auf der Windzonenkarte geht in Form eines Referenzgeschwindigkeitsdruckes q_{ref} in die Winddruckermittlung ein. Zudem geht die Bodenrauigkeit (nach Gleichungen (10) bis (17) bzw. nach Anhang B) ein.

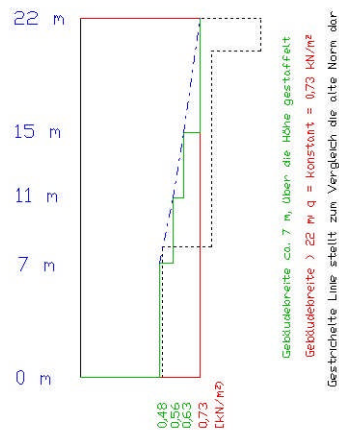
Für Bauwerke in Windzone 1 und Mischzone der Geländekategorie II und III ergibt sich bei Auswertung der Formeln 10 bis 12 folgender anzusetzender Geschwindigkeitsdruck q abhängig von der Bezugshöhe z :



Für Windlastzone 2 ergeben sich um ca. 22% höhere Werte.

Für Wände von Gebäuden mit rechteckigem Grundriss dürfen die Geschwindigkeitsdrücke über die Bauwerkshöhe gestaffelt angesetzt werden. Die Staffelung ist abhängig von der Gebäudebreite (Bild 3)

Beispiel: Gebäudehöhe 22 m, Windzone 1, Binnenland



Besonders exponierte Lagen auf Bergkuppen, an Steilhängen, Klippen oder an ausgedehnten Binnengewässerflächen müssen bei der Ermittlung der Geschwindigkeitsdrücke gemäß Anhang B zusätzlich berechnet werden.

2.4. Schwingungsanfällige Bauwerke

Müssen bei schwingungsanfälligen Bauwerken die dynamischen Windwirkungen berücksichtigt werden, so muss zur Berücksichtigung der böenerregten Schwingungen in Windrichtung die Windkraft zusätzlich mit dem Böenreaktionsfaktor G multipliziert werden:

$$F_w = G \cdot q_m \cdot c \cdot A$$

In diesem Fall muss der Geschwindigkeitsstaudruck nicht kurvenförmig angesetzt werden. Es wird eine statische Ersatzlast F_w errechnet, deren Bezugshöhe sich aus Bild C.1 ergibt. Das Verfahren nach Anhang C darf auch für nicht schwingungsanfälliges Tragverhalten benutzt werden.

Zu beachten ist, dass bei diesem Verfahren der mittlere Windgeschwindigkeitsdruck q_m anzuwenden ist, der deutlich kleiner ist, als der gemäß Anhang B (s.o.) ermittelte Böengeschwindigkeitsdruck.

Die Ermittlung des Böenreaktionsfaktors G wird in Anhang C beschrieben. Zur Berechnung des Böenreaktionsfaktors G muss die erste Eigenfrequenz der Bauwerksschwingung in Windrichtung bekannt sein. Näherungsformeln hierfür werden in Anhang F angegeben. Die Eigenfrequenz eines Hochhauses oder Turmes kann abgeschätzt werden zu:

$$n_1 = 46 / h \quad (\text{F.1})$$

Alle weiteren Eingangswerte sind in Anhang C beschrieben:

z_e nach Bild C.1	Beispiel 50 m-Mast:	$z_e = 0,6 \times 50 = 30 \text{ m}$
$L_i(z_e)$ nach Bild C.3	Geländekategorie II	$L_i(z_e) = 165 \text{ m}$
S nach (C.8)	Breite $b = 1,0 \text{ m}$:	$S = 0,210$
$v_m(z_e)$ nach Tabelle B.2 bzw B.3	Windzone 1	$v_m(z_e) = 26,8 \text{ m/s}$
$v_{E,0}$ nach (C.7)		$v_{E,0} = 0,382 \text{ Hz}$
Q_0^2 nach Bild C.4 bzw (C.10)		$Q_0^2 = 0,70$
$N_{1,x}$ nach (C.13)		$n_1 = 46 / 50 = 0,92 \text{ Hz}$
R_h nach (C.15)		$N_{1,x} = 5,66 / \text{m}$
R_b nach (C.16)		$R_h = 0,119$
R_N nach (C.12)		$R_b = 0,902$
δ nach Anhang F, Tabelle F.2	Stahlbeton	$R_N = 0,043$
R_x^2 nach (C.11)		$\delta = 0,025$
v_E nach (C.6)		$R_x^2 = 0,911$
g nach Bild C.2 bzw (C.5)		$v_E = 0,736 \text{ Hz}$
$I_v(z_e)$ nach Tabelle B.2 bzw. B.3		$g = 3,66$
G nach (C.4)		$I_v(z_e) = 0,159$
		$G = 2,477$

In diesem Beispiel ergibt sich der mittlere Geschwindigkeitsdruck q_m zu:

$$q_m = v_m^2 / 1600 = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

Zum Vergleich: Für werkmäßig hergestellte Betonmaste wurde der Böenresonanzfaktor bei einer Eigenfrequenz von 0,92 Hz entsprechend einer Schwingungsdauer von $T = 1,087$ s mit dieser einfachen Formel berechnet:

$$\Phi = 1 + (0,042 T - 0,0019 T^2) 0,1^{-0,63} = 1,185$$

Als Staudruck wäre nach DIN 4228 z.B. anzusetzen $q_{\text{Bem}} = 0,9$ kN/m²

$$\Phi \cdot q_{\text{Bem}} = 1,07 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{Jetzt: } G \cdot q_m = 2,477 \cdot 0,45 = 1,11 \text{ kN/m}^2)$$

Auf weitere dynamische Windwirkungen wie wirbelerregte Querschwingungen und aeroelastische Phänomene wird hier nicht weiter eingegangen. Sie sind ggf. nach den Anhängen D und E zu berechnen.

2.5. Ermittlung der aerodynamischen Beiwerte

Bei den aerodynamischen Beiwerten c werden Werte für Lasteinzugsflächen mit 10 m² und größer und für 1 m² angegeben. Zwischenwerte sind nach (18) zu ermitteln. Die Werte für Lasteinzugsflächen < 10 m² sind ausschließlich für die Berechnung von Unterkonstruktionen und Ankerkräften zu verwenden.

Die Druckbeiwerte auf vertikale Wände von Gebäuden sind in Abhängigkeit von h/b und der Lage der Wandfläche nach Bild 3, Bild 4 und Tabelle 3 zu ermitteln.

In Bild 5 bis 11 und Tabelle 4 bis 8 sind die Druckbeiwerte für verschiedene Dachtypen und für Innendrucke angegeben.

In Kap. 12.3 ff werden Druckbeiwerte für verschiedene Querschnittsformen und besonderen Bauteilen, wie Anzeigetafeln und Flaggen angegeben. In der Regel wird auch die zugehörige Bezugshöhe dort angegeben.

Am Schluss werden noch Reibungsbeiwerte und Abminderungsfaktoren zur Berücksichtigung der Schlankheit angegeben.

Es zeigt sich, dass die Ermittlung der aerodynamischen Beiwerte sehr aufwendig geworden ist und es eine Vielzahl von Lastfällen für jedes Bauteil und das gesamte Bauwerk zu berücksichtigen gibt.

3. DIN 1055 Teil 5: Schneelasten

In den letzten Monaten hat der Medienbeirat zahlreiche Anfragen zum Abschnitt Schneeanhäufungen erhalten.

Es geht um die Grenzwerte für Höhengsprünge an Dächern und für Schneeverwehungen an Aufbauten und Wänden. Im ersten Fall liegt der Grenzwert bei 4,0 und im zweiten Fall bei 2,0.

In beiden Fällen wird unglücklicherweise von Wänden gesprochen. Der Medienbeirat vertritt mehrheitlich die Auffassung, dass Aufbauten auf Dächern stehen, die wie im Bild 10 dargestellt keinen Versatz in der Dachebene aufweisen. Aufbauten können unterschiedliche Formen aufweisen und es kann auch eine Wand sein, die aber nicht eine Begrenzung zu einer Dachfläche, die tiefer liegt, bildet.

Warum die Normenverfasser einen unterschiedlichen Grenzwert festgelegt haben, erschließt sich nicht aus der Norm. Vielleicht gibt es in einigen Monaten zur dieser Frage eine Auslegung durch den Normenausschuss.