



# MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

40. Jahrgang

Ausgegeben zu Düsseldorf am 28. Januar 1987

Nummer 5

## Inhalt

### I.

Veröffentlichungen, die in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBL. NW.) aufgenommen werden.

| Glied.-<br>Nr. | Datum        | Titel                                                                                                                                                                                     | Seite |
|----------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>23230</b>   | 11. 12. 1986 | RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr<br>DIN 1055 Teil 4 – Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken . . . . . | 74    |
| <b>23239</b>   | 11. 12. 1986 | RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr<br>Bauteile, die gegen Absturz sichern . . . . .                                                                             | 103   |

### II.

Veröffentlichungen, die nicht in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBL. NW.) aufgenommen werden.

| Datum                                                                                      | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Hinweis für die Bezahler des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen . . . . . | 108   |

## I.

23230

**DIN 1055 Teil 4 – Lastannahmen für Bauten;  
Verkehrslasten; Windlasten  
bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken**

RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung,  
Wohnen und Verkehr v. 11. 12. 1986 –  
V B 1 – 510.103

## 1 Die Norm

DIN 1055 Teil 4, Ausgabe August 1986

– Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken – wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als technische Baubestimmung bauaufsichtlich eingeführt.

Die Ausgabe August 1986 der Norm DIN 1055 Teil 4 ersetzt die Ausgabe Juni 1938 xxx und die hierzu ergangenen Ergänzenden Bestimmungen, Fassung März 1969, die mit RdErl. d. Ministers für Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten v. 29. 4. 1969 (MBL NW. S. 874/SMBL NW. 23230) bauaufsichtlich eingeführt worden sind.

## Anlage

Die Norm ist als Anlage abgedruckt.

## 2 Bei Anwendung der Norm DIN 1055 Teil 4, Ausgabe August 1986, ist folgendes zu beachten:

## 2.1 Zu Abschnitt 6 – Aerodynamische Beiwerte

Abweichungen von den angegebenen Beiwerten sind nur dann zulässig, wenn ihnen Messungen in Windkanälen entsprechend den Beiwertdefinitionen der Norm zugrundeliegen. Die Anwendung solcher Beiwerte bedarf der Zustimmung der obersten Bauaufsichtsbehörde.

## 3 Der RdErl. d. Ministers für Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten v. 29. 4. 1969 (MBL NW. S. 874/SMBL NW. 23230) mit dem

DIN 1055 Teil 4 – Lastannahmen im Hochbau; Verkehrslasten; Windlast – Ausgabe Juni 1938 xxx und die hierzu ergangenen Ergänzenden Bestimmungen, Fassung März 1969, bauaufsichtlich eingeführt wurden, wird hiermit aufgehoben.

## 4 Der RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung v. 22. 3. 1985 (MBL NW. S. 942/SMBL NW. 2323) erhält in der Anlage, in Abschnitt 1 bei DIN 1055 Teil 4 folgende Fassung:

Spalte 1: 1055

Teil 4

Spalte 2: August 1986

Spalte 3: Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten;  
Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen  
Bauwerken

Spalte 4: 11. 12. 1986

Spalte 5: MBL NW. S. 74/SMBL NW. 23230

Spalte 6: x

DK 624.042.4 : 624.9 : 656.1 : 351.785 : 003.62 DEUTSCHE NORM

August 1986

|  |                                                                                                           |                                     |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|  | <b>Lastannahmen für Bauten</b><br>Verkehrslasten, Windlasten bei nicht<br>schwingungsanfälligen Bauwerken | <b>DIN</b><br><b>1055</b><br>Teil 4 |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|

Design loads for buildings; live loads, wind loads on structures  
 not susceptible to vibrations

Charges admises pour bâtiments; charges variables, charges  
 de vent sur des ouvrages non-susceptibles aux vibrations

Ersatz für Ausgabe 05.77  
 und das 1961  
 zurückgezogene Beiblatt  
 zu DIN 1055 T 4/02.41

Um das Arbeiten mit dieser Norm zu erleichtern, sind das Bild 14 und die Tabelle 16 als Seite 21 herausklappbar angeordnet.

Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; das gleiche gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe ... „Last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).

## Inhalt

- 1 Anwendungsbereich**
- 2 Begriffe**
  - 2.1 Schwingungsanfälligkeit von Bauwerken
  - 2.2 Aerodynamische Beiwerte
- 3 Berücksichtigung der Windwirkung**
- 4 Gleichzeitige Berücksichtigung von Wind- und Schneelast**
- 5 Rechenwert der Windlast**
  - 5.1 Windrichtung
  - 5.2 Windlasten
- 6 Aerodynamische Beiwerte**
  - 6.1 Allgemeines
  - 6.2 Kraftbeiwerte  $c_f$
  - 6.3 Druckbeiwerte  $c_p$

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Ermittlung von Windlasten als Berechnungsgrundlage für Stand-  
 sicherheitsuntersuchungen (Lagesicherheit, Bemessung) baulicher Anlagen und deren  
 Teile, sofern sie nicht schwingungsanfällig im Sinne von Abschnitt 2.1 sind. Windlastfestle-  
 gungen für bestimmte Bauwerke in anderen Normen bleiben unberührt.

## 2 Begriffe

### 2.1 Schwingungsanfälligkeit von Bauwerken

Als nicht schwingungsanfällig im Sinne dieser Norm gelten Bauwerke, bei denen die Verformungen unter Berücksichtigung der dynamischen Wirkung der Windkräfte die Verformungen aus statisch wirkender Windlast nach Abschnitt 5.2 um nicht mehr als 10% überschreiten.

Ohne besonderen Nachweis dürfen in der Regel Wohn-, Büro- und Industriegebäude mit einer Höhe bis zu 40 m und ihnen in Form oder Konstruktion ähnliche Gebäude als nicht schwingungsanfällig im Sinne dieser Norm angesehen werden.

Es darf auch davon ausgegangen werden, daß Krantragwerke – abgesehen von besonders gelagerten Ausnahmefällen – nicht schwingungsanfällig im Sinne dieser Norm sind. Für diese Krane gelten die angegebenen Windlastannahmen für den Zustand „außer Betrieb“.

Anmerkung: Im übrigen dürfen als Kragträger wirkende Baukonstruktionen als nicht schwingungsanfällig in Windrichtung angesehen werden, wenn sie mit ihren Kenngrößen „bezogene Eigenfrequenz  $f''$ “ und „bezogene Höhen  $h'$ “ oberhalb der in Bild 1 angegebenen Kurve liegen.

Sofern zur Berechnung der „bezogenen Eigenfrequenz  $f''$ “ keine genaueren Werte des logarithmischen Dämpfungsdekrement  $\delta$  bekannt sind, dürfen folgende Werte verwendet werden:

- |                                                                                                                 |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| a) Stahl- und Aluminiumkonstruktionen                                                                           |                        |
| geschraubt (SL-Verbindung)                                                                                      | $\delta = 0,05$        |
| geschraubt (GV- oder GVP-Verbindung)                                                                            | $\delta = 0,03$        |
| geschweißt                                                                                                      | $\delta = 0,02$        |
| Zuschlag für dämpfende Einbauten, z. B. Ausmauerungen                                                           | $\Delta \delta = 0,02$ |
| Zuschlag für offene geschraubte Gitterkonstruktionen                                                            | $\Delta \delta = 0,02$ |
| b) Beton- und Stahlbetonkonstruktionen                                                                          |                        |
| Zustand I (auch Spannbeton)                                                                                     | $\delta = 0,04$        |
| Zustand II (nur für Konstruktionen anzusetzen, die sich im Gebrauchszustand überwiegend im Zustand II befinden) | $\delta = 0,10$        |
| Zuschlag für dämpfende Einbauten, z. B. Ausmauerungen                                                           | $\Delta \delta = 0,02$ |
| c) Mauerwerkkonstruktionen                                                                                      | $\delta = 0,12$        |
| d) Holzkonstruktionen                                                                                           | $\delta = 0,15$        |

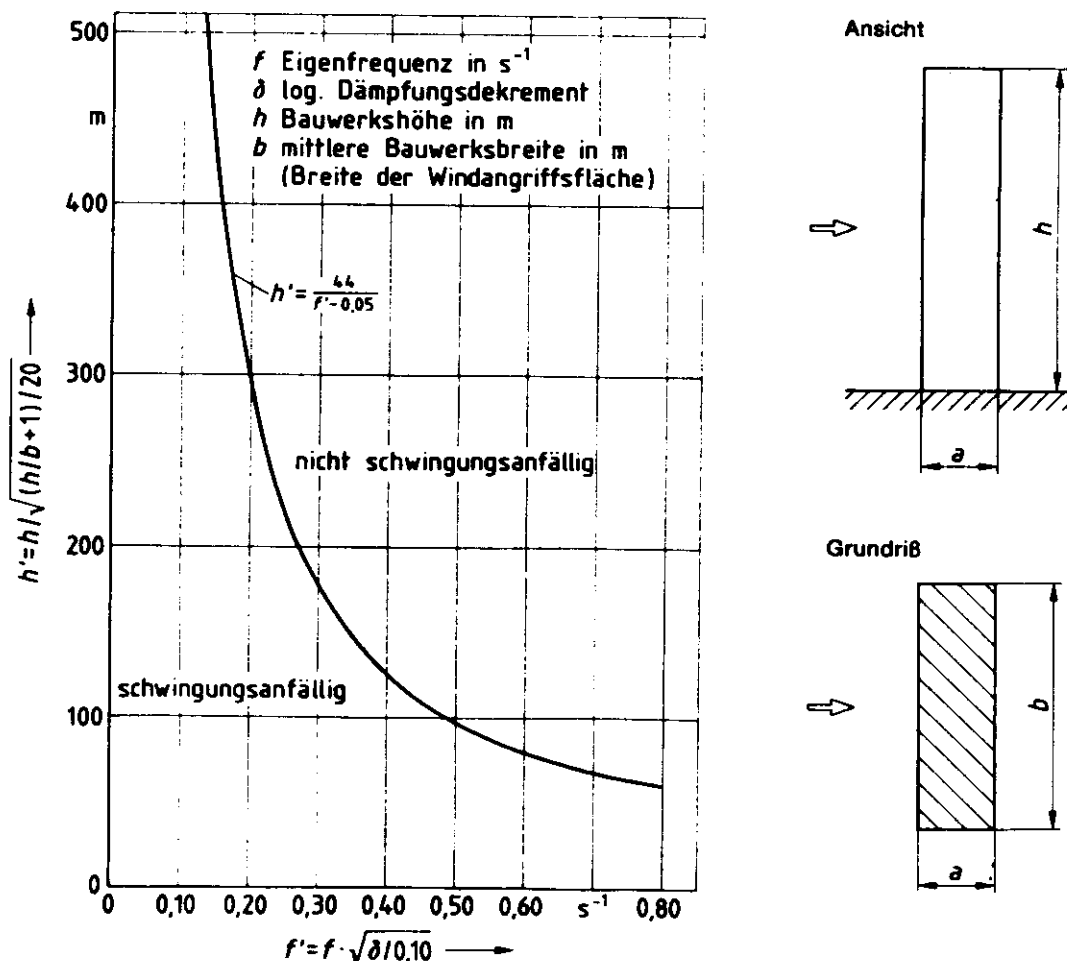


Bild 1. Grenze der Schwingungsanfälligkeit (Zur Ermittlung der Grundeigenfrequenz siehe Erläuterungen)

## 2.2 Aerodynamische Beiwerte

### 2.2.1 Aerodynamischer Kraftbeiwert $c_f$ (siehe Abschnitt 6.2)

Der aerodynamische Kraftbeiwert wird durch Kraftmessungen ermittelt nach der Gleichung:

$$c_f = \frac{F_{\text{Wind}}}{q' \cdot A'} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

- $F_{\text{Wind}}$  die gemessene Windlastresultierende aller Druck- und Reibungskräfte am Baukörper aus Wind
- $q'$  der gemessene Staudruck (Geschwindigkeitsdruck)
- $A'$  die bei Berechnung des Beiwerts festgelegte Bezugsfläche am Baukörper

### 2.2.2 Aerodynamischer Druckbeiwert $c_p$ (siehe Abschnitt 6.3)

Der aerodynamische Druckbeiwert wird durch Druckmessungen ermittelt nach der Gleichung:

$$c_p = \frac{\Delta p}{q'} \quad (2)$$

Hierin bedeuten:

- $\Delta p$  die Druckdifferenz an der Körperoberfläche zwischen gemessenem örtlichen Druck und gemessenem statischen Druck (Bezugsdruck)
- $q'$  der gemessene Staudruck (Geschwindigkeitsdruck)

## 3 Berücksichtigung der Windwirkung

**3.1** Die Bauwerke sind auf Windlast im allgemeinen in Richtung ihrer Hauptachsen zu untersuchen. In besonderen Fällen ist eine Berechnung mit Bezug auf andere Achsen (z. B. über Eck) erforderlich.

**3.2** Bei Bauwerken, die durch genügend steife Wände und Decken hinreichend ausgesteift sind, brauchen in der Regel die Windbeanspruchungen der Gesamtkonstruktion nicht nachgewiesen zu werden (siehe z. B. DIN 1053 Teil 1, ausgesteifte Geschoßbauten).

**3.3** Ist bei baulichen Anlagen und Bauteilen die ausreichende Sicherheit gegen Umkippen und/oder Gleiten infolge von Wind und unter Berücksichtigung etwaiger anderer waagerechter Lasten nicht offensichtlich vorhanden, so ist sie nachzuweisen. Dies gilt auch für die Sicherheit gegen Abheben. Günstig wirkende Verkehrslasten und günstig wirkende Windlasten sind dabei nicht zu berücksichtigen. Die Sicherheit muß bei Ansatz einer Gesamtsicherheitszahl mindestens 1,5fach sein.

Anmerkung: Werden die Windsogspitzen beim Abhebenachweis berücksichtigt, so führt eine Bemessung mit Teilsicherheitszahlen nach der Gleichung

$$\frac{F_{\text{Trag}}}{1,3} \geq 1,1 \cdot S_{\text{Sog}} - \frac{S_{\text{GDach}}}{1,1}$$

zu ausreichender Sicherheit.

Hierin bedeuten:

- $F_{\text{Trag}}$  größte vom Verbindungsmittel aufnehmbare Kraft
- $S_{\text{Sog}}$  Auflagerkraftanteil aus Wind unter Berücksichtigung der Windsogspitzen
- $S_{\text{GDach}}$  Auflagerkraftanteil aus der Eigenlast des trockenen Daches; für die Eigenlast ist hierbei der untere Rechenwert nach DIN 1055 Teil 1 einzusetzen. Falls ein solcher nicht angegeben ist, darf mit dem 0,8fachen Rechenwert gerechnet werden.

## 4 Gleichzeitige Berücksichtigung von Wind- und Schneelast

Für die gleichzeitige Berücksichtigung von Wind- und Schneelast gilt DIN 1055 Teil 5, sofern in Anwendungsnormen keine abweichende Regelung getroffen ist.

Anmerkung: In den Kombinationen nach DIN 1055 Teil 5 gelten Wind- und Schneelast als Hauptlasten. Werden die zulässigen Spannungen des Lastfalles HZ ausgenutzt, so sind Wind und Schnee mit ihren vollen Rechenwerten anzunehmen.

## 5 Rechenwert der Windlast

### 5.1 Windrichtung

Die Windlast ist unabhängig von der Himmelsrichtung mit dem vollen Rechenwert des Staudrucks wirkend anzusetzen. Dabei kann im allgemeinen angenommen werden, daß der Wind den Baukörper waagerecht anströmt.

### 5.2 Windlasten

**5.2.1** Die auf ein Bauwerk wirkende Windlast ist von dessen Form abhängig. Sie setzt sich aus Druck-, Sog- und Reibungswirkungen zusammen. Auf das Gesamtbauwerk wirkt als resultierende Windlast:

$$W = c_f \cdot q \cdot A \quad (3)$$

Hierin bedeuten:

- $q$  Staudruck (Geschwindigkeitsdruck) des Windes nach Abschnitt 5.2.3
- $c_f$  aerodynamischer Kraftbeiwert; abhängig von der Form des Baukörpers und der Anströmrichtung sind Werte in Abschnitt 6.2 angegeben
- $A$  Bezugsfläche, auf welche der Kraftbeiwert bezogen ist; zu den Kraftbeiwerten gehörige Bezugsflächen sind in Abschnitt 6.2 angegeben

**5.2.2** Auf eine Flächeneinheit der Bauwerksoberfläche wirkt der Winddruck:

$$w = c_p \cdot q \quad (4)$$

Hierin bedeuten:

- $q$  Staudruck (Geschwindigkeitsdruck) des Windes nach Abschnitt 5.2.3
- $c_p$  der in Abschnitt 6.3 für verschiedene Bauwerksformen und Anströmrichtungen angegebene aerodynamische Druckbeiwert der betrachteten Flächeneinheit

Die Winddrücke wirken rechtwinklig zur Begrenzungsfläche des Baukörpers.

Bei der Anwendung des Abschnittes 6.3 ist zu beachten, daß die angegebenen Druck- bzw. Sogbeiwerte **Mittelwerte** über die **gekennzeichneten Bereiche** sind. Deshalb sind für einzelne Bauteile<sup>1)</sup>, z. B. Sparren, Pfetten, Wandstiele, Fasadenelemente, die Werte für Druck um 25 % zu erhöhen. Bei unmittelbar durch Wind belasteten **Einzelbauteilen**, z. B. Wand- und Dachtafeln, sind an den Schnittkanten von Wand- und Dachflächen prismatischer Baukörper zur Erfassung von Sogspitzen **erhöhte Beiwerte** nach Abschnitt 6.3.1, Tabelle 11, lfd. Nr 2 und lfd. Nr 3, in den dort **angegebenen Bereichen** anzunehmen.

Für Bauwerksformen, die in den Abschnitten 6.2 oder 6.3 nicht enthalten sind und bei denen keine Analogieschlüsse zu den dort gegebenen Bauwerksformen möglich sind, können die Beiwerte  $c_f$  bzw.  $c_p$  durch Auswerten übertragbarer Ergebnisse von Windkanalversuchen ermittelt werden<sup>2)</sup>.

- 1) Einzelne Bauteile in diesem Sinne liegen im allgemeinen vor, wenn ihre Einzugsfläche weniger als 15 % der Fläche beträgt, über die der Beiwert gemittelt wurde.
- 2) Ergeben sich hinsichtlich der sachgemäßen Umsetzung von Versuchsergebnissen in Lastannahmen Zweifel, so kann der Arbeitskreis Aerodynamische Beiwerte des Instituts für Bautechnik, Berlin, eingeschaltet werden.

## DIN 1055 Teil 4

5.2.3 Der Staudruck (Geschwindigkeitsdruck) ist:

$$q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \quad (5)$$

wobei hinreichend genau für Luft

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3 \approx \frac{1}{800} \frac{\text{kNs}^2}{\text{m}^4}$$

und  $v$  die der Berechnung zugrunde zu legende Windgeschwindigkeit ist.

Mit  $v$  in m/s wird

$$q = \frac{v^2}{1600} \text{ in kN/m}^2 \quad (6)$$

Die in Abhängigkeit von der Höhe über dem umgebenden Gelände in Rechnung zu stellende Windgeschwindigkeit  $v$  und der zugehörige Staudruck  $q$  sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1.

| 1                         | 2                                   | 3                                  |
|---------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Höhe<br>über Gelände<br>m | Windge-<br>schwindigkeit $v$<br>m/s | Staudruck $q$<br>kN/m <sup>2</sup> |
| von 0 bis 8               | 28,3                                | 0,5                                |
| über 8 bis 20             | 35,8                                | 0,8                                |
| über 20 bis 100           | 42,0                                | 1,1                                |
| über 100                  | 45,6                                | 1,3                                |

In Abhängigkeit von örtlichen topographischen Einflüssen kann es erforderlich werden, höhere Windgeschwindigkeiten als nach Tabelle 1 in Rechnung zu stellen.

Ist ein Bauwerk dem Windangriff besonders stark ausgesetzt, z. B. auf einer das umliegende Gelände steil und

hoch überragenden Erhebung, so ist bei der Festsetzung der Windlast mindestens von dem Staudruck  $q = 1,1 \text{ kN/m}^2$  auszugehen.

## 6 Aerodynamische Beiwerte

### 6.1 Allgemeines

Die in den folgenden Abschnitten 6.2 und 6.3 zusammengestellten Beiwerte für Kräfte und Oberflächendrücke beruhen auf Auswertungen von Messungen an Einzelkörpern in normalen Windkanälen mit geringer Turbulenz und praktisch stationärer homogener Anströmung über den Kanalquerschnitt. Der Einfluß der üblichen architektonischen Flächenstrukturierung prismatischer Baukörper gilt durch die Beiwertangaben als erfaßt. Kraftbeiwerte und Druckbeiwerte sind getrennt angegeben.

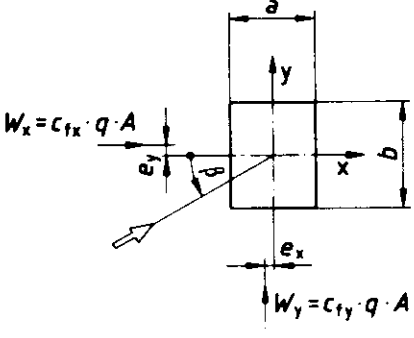
Werden die Flächen in ihrer Ebene angeströmt, treten Reibungskräfte  $W_{fr} = c_{fr} \cdot q \cdot A$  auf, die im allgemeinen jedoch vernachlässigbar sind. Nur in besonderen Fällen, z. B. über- und unterströmte freistehende Platten bei freistehenden Dächern, kann die Berücksichtigung dieser Windwirkung erforderlich werden. Dabei darf in Abhängigkeit von der Oberflächenrauigkeit angenommen werden:

- für glatte Flächen (z. B. Stahlflächen, glatter Sichtbeton):  $c_{fr} = 0,01$
- für raue Flächen (z. B. schalungsrauer Beton, Pappeindeckung):  $c_{fr} = 0,03$
- für sehr raue Flächen (z. B. Wellen, Rippen, Fälze): bis zu  $c_{fr} = 0,05$

Die folgenden Angaben gelten für geometrisch einfache Körperformen. Die Beiwerte für aus mehreren einfachen Körpern zusammengesetzte Widerstandskörper können näherungsweise durch eine Addition der Widerstände der Teile nur dann ermittelt werden, wenn durch das Strömungsfeld eines Teilkörpers das Strömungsfeld des bzw. der anderen Teilkörper nicht wesentlich verändert wird. Durch Interferenzen werden die Umströmungen häufig grundlegend verändert, insbesondere bei Schräganströmungen. Der Gesamtwiderstand liegt dann im allgemeinen höher als die Summe der Teilwiderstände.

**6.2 Kraftbeiwerte  $c_f$** **6.2.1 Von ebenen Flächen begrenzte Baukörper, ab Geländeoberfläche allseitig geschlossen**

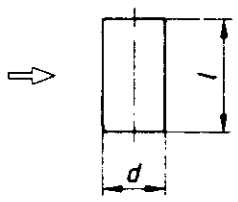
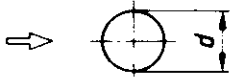
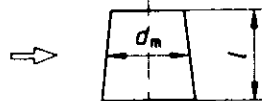
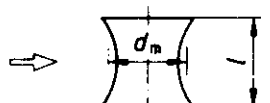
Tabelle 2.

| Form und Lage des Baukörpers                                                                                           |                           |                    | Bezugsfläche $A$ | Kraftbeiwert $c_f$ |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|--------------------|----------|
| Baukörper                                                                                                              | Abmessungsverhältnisse    | Windwinkel $\beta$ |                  | $c_{fx}$           | $c_{fy}$ |
| 1 a                                                                                                                    | 1 b                       | 1 c                | 2                | 3 a                | 3 b      |
| Grundriß (Beispiel) <sup>1)</sup><br> | $h/b \leq 5$              | $0^\circ$          | $b \cdot h$      | $1,3^2)^3)$        | 0        |
|                                                                                                                        | $h/a \leq 5$              | $90^\circ$         | $a \cdot h$      | 0                  | $1,3^3)$ |
| Baukörperhöhe $h$                                                                                                      |                           |                    |                  |                    |          |
| Sonderfall quadratischer Grundriß                                                                                      | $a/b = 1$<br>$h/b \leq 5$ | $45^\circ$         | $a \cdot h$      | $0,8^2)^3)$        | $0,8^3)$ |

<sup>1)</sup> Weicht der Grundriß von der Rechteckform ab, so darf näherungsweise das umschriebene Rechteck zugrunde gelegt werden; es dürfen auch die Werte für Stäbe nach Abschnitt 6.2.4 sinngemäß verwendet werden.  
<sup>2)</sup> Bei Wohngebäuden bis zu zwei Vollgeschossen mit üblichen Geschoßhöhen sowie bei Gebäuden mit vergleichbaren Abmessungen darf der Kraftbeiwert  $c_f$  des Dachkörpers bei um den Winkel  $\alpha$  gegen die Horizontale geneigten Dachflächen durch Multiplikation dieser Beiwerte mit  $\sin \alpha$  ermittelt werden.  
<sup>3)</sup> Eine mögliche Ausmitte des Lastangriffs zur z-Achse ist durch eine Ausmitte von mindestens  $e_x = 0,1 a$  bzw.  $e_y = 0,1 b$  der jeweiligen Windlastkomponente zu berücksichtigen.

## 6.2.2 Zylindrische und ähnliche Baukörper mit Kreisquerschnitt, allseitig geschlossen

Tabelle 3.

| Lfd. Nr | Form und Lage des Baukörpers                                                                                                                                                                                                                      |                        |                                            | Bezugsfläche $A$ | Kraftbeiwert $c_f$ |                                                                                                                                                                                           |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------|------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | Baukörper                                                                                                                                                                                                                                         | Abmessungsverhältnisse | Windwinkel $\beta$                         |                  | 2                  | 3                                                                                                                                                                                         |
|         | 1 a                                                                                                                                                                                                                                               | 1 b                    | 1 c                                        |                  | 2                  | 3                                                                                                                                                                                         |
| 1       | Zylinder: stehend (Ansicht) <br>liegend (Ansicht in Richtung Körperachse)       | $l/d \leq \infty$      | rechtwinklig zur Körperachse               | $l \cdot d$      |                    | $c_{f0} \cdot \psi$<br>wobei:<br>$c_{f0}$ Grundkraftbeiwert gleich 1,2 oder genauer nach Bild 2<br>$\psi$ Abminderungsfaktor nach Bild 14 für Völligkeitsgrad $\varphi = 1$               |
| 2       | Zylinderähnliche Baukörper Beispiele (Ansicht) <br>$\lambda = \frac{l}{d_m}$  | $l/d_m \leq \infty$    | rechtwinklig zur Körperachse               | $l \cdot d_m$    |                    | $c_{f0} \cdot \psi$<br>wobei:<br>$c_{f0}$ Grundkraftbeiwert gleich 1,2 oder genauer nach Bild 2 für $d = d_m$<br>$\psi$ Abminderungsfaktor nach Bild 14 für Völligkeitsgrad $\varphi = 1$ |
| 3       | Rohre, Stangen, Drähte                                                                                                                                                                                                                            |                        |                                            |                  |                    | für $d \cdot \sqrt{q^2}$                                                                                                                                                                  |
|         | a) glatte Oberfläche                                                                                                                                                                                                                              | $l/d > 100$            | rechtwinklig zur Körperachse <sup>1)</sup> | $l \cdot d$      | $\leq 0,1$         | $\geq 0,15$<br>$\leq 0,4$                                                                                                                                                                 |
|         | b) mäßig rauhe Oberfläche                                                                                                                                                                                                                         |                        |                                            | $l \cdot d$      | 1,2                | 0,5                                                                                                                                                                                       |
| 4       | Seile                                                                                                                                                                                                                                             |                        |                                            |                  |                    | für $d \cdot \sqrt{q^2}$                                                                                                                                                                  |
|         | a) feindrätig                                                                                                                                                                                                                                     | $l/d > 100$            | rechtwinklig zur Körperachse <sup>1)</sup> | $l \cdot d$      | $\leq 0,1$         | $\geq 0,15$<br>$\leq 0,4$                                                                                                                                                                 |
|         | b) grobdrätig                                                                                                                                                                                                                                     |                        |                                            | $l \cdot d$      | 1,2                | 0,9                                                                                                                                                                                       |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                   |                        |                                            |                  | 1,2                | 1,1                                                                                                                                                                                       |

<sup>1)</sup> Bei Anströmung nicht rechtwinklig zur Körperachse kann der Kraftbeiwert  $c_f$  durch Multiplikation der Werte  $c_f$  nach Spalte 3 mit dem Sinus des Winkels zwischen der Körperachse und dem horizontalen Windrichtungspfeil ermittelt werden.  
<sup>2)</sup> Dabei ist  $d$  in m und  $q$  in  $\text{kN/m}^2$  einzusetzen; für  $d \cdot \sqrt{q} > 0,4$  ist der Beiwert  $c_f$  nach lfd. Nr 1 zu ermitteln; für Werte  $0,1 < d \cdot \sqrt{q} < 0,15$  darf linear interpoliert werden.

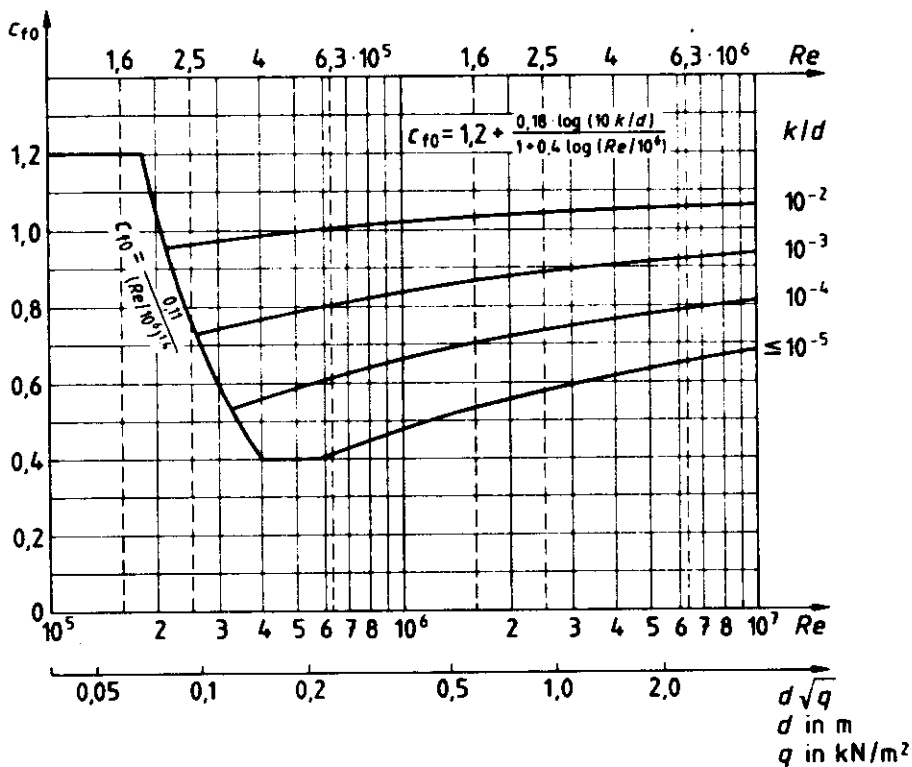


Bild 2. Grundkraftbeiwert  $c_{f0}$  in Abhängigkeit von der bezogenen Rauigkeit  $k/d$  (Rechenwerte  $k$  für verschiedene Oberflächenrauigkeiten siehe Tabelle 4)

und der Reynoldszahl  $Re = \frac{v \cdot d}{1,5 \cdot 10^{-5}}$  mit Windgeschwindigkeit  $v = 40 \sqrt{q}$  in m/s,  $q$  in  $\text{kN/m}^2$ ,  $d$  in m.

Anmerkung: Für sehr große Rauigkeiten, z. B. bei Längsrippen mit  $h_R/d > 0,1$  ( $h_R$  Rippenhöhe) ist mit  $c_{f0} = 1,2$  zu rechnen.

Tabelle 4.

| Oberfläche                                | $k$ in m                 |
|-------------------------------------------|--------------------------|
| Mauerwerk                                 | 0,005                    |
| Beton                                     | 0,003                    |
| Holz                                      | 0,002                    |
| Stahl                                     | 0,001                    |
| gerippte Oberfläche mit Rippenabstand $a$ | Rippenhöhe <sup>1)</sup> |
| $2 h_R \leq a \leq 6 h_R$                 | $h_R$                    |

<sup>1)</sup> Für einzeln stehende Rippen mit einem Rippenabstand  $a > 6 h_R$  ist die vorstehende Rauigkeitsdefinition nicht mehr anwendbar (siehe Abschnitt 6.2.5).

### 6.2.3 Kugelförmige Baukörper

Tabelle 5.

| Form und Lage des Baukörpers |                        |                    | Bezugsfläche $A$    | Kraftbeiwert $c_f$       |             |
|------------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|-------------|
| Baukörper                    | Abmessungsverhältnisse | Windwinkel $\beta$ |                     |                          |             |
| 1 a                          | 1 b                    | 1 c                | 2                   | 3                        |             |
|                              |                        |                    | $\frac{\pi d^2}{4}$ | für $d \cdot \sqrt{q}^2$ |             |
|                              |                        |                    |                     | $\leq 0,1$               | $\geq 0,15$ |
|                              |                        |                    |                     | 0,6                      | 0,35        |

<sup>1)</sup> Für  $e < d/2$  kann  $c_f$  auf etwa das 1,6fache der Werte nach Spalte 3 ansteigen. Der Auftriebsbeiwert beträgt dann  $c_s \approx 0,6$ .

<sup>2)</sup> Dabei ist  $d$  in m und  $q$  in  $\text{kN/m}^2$  einzusetzen; für Werte  $0,1 < d \sqrt{q} < 0,15$  darf linear interpoliert werden.

## DIN 1055 Teil 4

## 6.2.4 Stäbe aus I-, L-, T- und I-Profilen

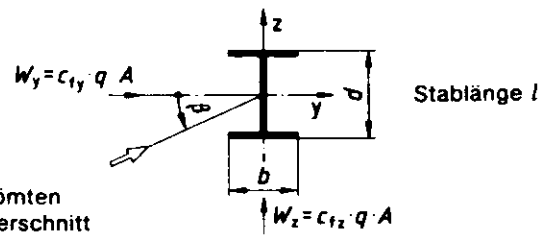
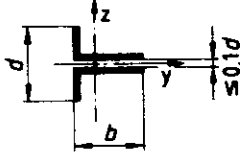
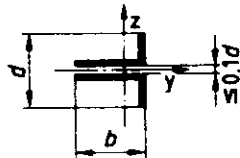
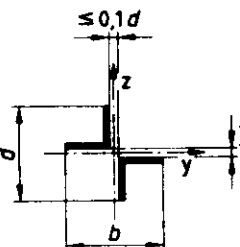
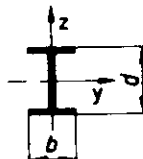
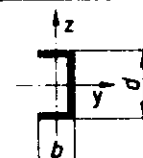
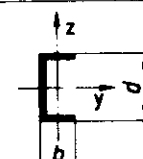
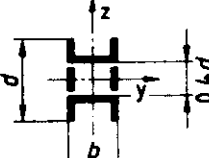
Bild 3. Darstellung zur Festlegung der angeströmten Seite und des Anströmwinkels  $\beta$  am Querschnitt

Tabelle 6.

| Lfd. Nr | Form und Lage des Baukörpers           |                        |                                                       | Bezugsfläche $A^1)$ | Kraftbeiwert $c_f$                                       |                                                        |
|---------|----------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|         | Baukörper                              | Abmessungsverhältnisse | Windwinkel $\beta$                                    |                     | $c_{fy}^{2) 3)}$                                         | $c_{fz}^{2) 3)}$                                       |
|         | 1 a                                    | 1 b                    | 1 c                                                   | 2                   | 3 a                                                      | 3 b                                                    |
| 1       | <p>gilt auch für Scheiben (Tafeln)</p> | $\frac{b}{d} \leq 0,1$ | $0^\circ$<br>$\pm 45^\circ$<br>$90^\circ$             | $d \cdot l$         | $2,0 \psi$<br>$1,3 \psi$<br>$0$                          | $0$<br>$\pm 0,13 \psi$<br>$0,1 \psi$                   |
| 2       |                                        | $\frac{b}{d} = 1$      | $0^\circ$<br>$\pm 45^\circ$<br>$\pm 90^\circ$         | $d \cdot l$         | $1,65 \psi$<br>$2,2 \psi$<br>$1,3 \psi$                  | $0$<br>$\pm 1,0 \psi$<br>$2,1 \psi$                    |
| 3       |                                        | $\frac{b}{d} = 1$      | $0^\circ$<br>$\pm 45^\circ$<br>$\pm 90^\circ$         | $d \cdot l$         | $2,0 \psi$<br>$1,15 \psi$<br>$-1,3 \psi$                 | $0$<br>$\pm 0,8 \psi$<br>$2,1 \psi$                    |
| 4       |                                        | $\frac{b}{d} = 0,5$    | $0^\circ$<br>$+45^\circ$<br>$-45^\circ$<br>$90^\circ$ | $d \cdot l$         | $2,0 \psi$<br>$1,8 \psi$<br>$1,3 \psi$<br>$1,75 \psi$    | $1,0 \psi$<br>$0,8 \psi$<br>$-0,2 \psi$<br>$1,25 \psi$ |
| 5       |                                        | $\frac{b}{d} = 0,5$    | $0^\circ$<br>$+45^\circ$<br>$-45^\circ$<br>$90^\circ$ | $d \cdot l$         | $2,0 \psi$<br>$1,55 \psi$<br>$1,55 \psi$<br>$-0,25 \psi$ | $-0,1 \psi$<br>$0,7 \psi$<br>$-0,8 \psi$<br>$0,8 \psi$ |
| 6       |                                        | $\frac{b}{d} = 1$      | $0^\circ$<br>$+45^\circ$<br>$90^\circ$                | $d \cdot l$         | $1,8 \psi$<br>$1,8 \psi$<br>$2,0 \psi$                   | $2,0 \psi$<br>$1,8 \psi$<br>$1,8 \psi$                 |
| 7       |                                        | $\frac{b}{d} = 1$      | $0^\circ$<br>$+45^\circ$<br>$-45^\circ$<br>$90^\circ$ | $d \cdot l$         | $1,9 \psi$<br>$1,4 \psi$<br>$0,7 \psi$<br>$-0,2 \psi$    | $-0,2 \psi$<br>$1,4 \psi$<br>$-1,8 \psi$<br>$1,9 \psi$ |

1), 2) und 3) siehe Seite 83

Tabelle 6. (Fortsetzung)

| Lfd.<br>Nr | Form und Lage des Baukörpers                                                        |                             |                                               | Bezugsfläche A <sup>1)</sup> | Kraftbeiwert c <sub>f</sub>             |                                     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
|            | Baukörper                                                                           | Abmessungs-<br>verhältnisse | Windwinkel β                                  |                              | c <sub>fy</sub> <sup>2) 3) 4)</sup>     | c <sub>fz</sub> <sup>2) 3) 4)</sup> |
|            |                                                                                     |                             |                                               |                              | 1a                                      | 1b                                  |
| 8          |    | $\frac{b}{d} = 0,9$         | $0^\circ$<br>$\pm 45^\circ$<br>$\pm 90^\circ$ | $d \cdot l$                  | 1,6 $\psi$<br>1,4 $\psi$<br>-0,9 $\psi$ | 0<br>0<br>0,7 $\psi$                |
| 9          |    | $\frac{b}{d} = 0,9$         | $0^\circ$<br>$\pm 45^\circ$<br>$\pm 90^\circ$ | $d \cdot l$                  | 1,4 $\psi$<br>0,4 $\psi$<br>0,9 $\psi$  | 0<br>$\pm 1,0 \psi$<br>0,7 $\psi$   |
| 10         |    | $\frac{b}{d} = 1$           | $0^\circ$<br>$\pm 45^\circ$<br>$90^\circ$     | $d \cdot l$                  | 1,7 $\psi$<br>0,85 $\psi$<br>0          | 0<br>$\pm 0,85 \psi$<br>1,7 $\psi$  |
| 11         |  | $\frac{b}{d} = 0,5$         | $0^\circ$<br>$\pm 45^\circ$<br>$\pm 90^\circ$ | $d \cdot l$                  | 2,0 $\psi$<br>1,8 $\psi$<br>0           | 0<br>$\pm 0,6 \psi$<br>0,8 $\psi$   |
|            |                                                                                     | $\frac{b}{d} = 0,66$        | $0^\circ$<br>$\pm 45^\circ$<br>$\pm 90^\circ$ | $d \cdot l$                  | 1,85 $\psi$<br>1,7 $\psi$<br>0          | 0<br>$\pm 1,0 \psi$<br>1,2 $\psi$   |
|            |                                                                                     | $\frac{b}{d} = 1$           | $0^\circ$<br>$\pm 45^\circ$<br>$\pm 90^\circ$ | $d \cdot l$                  | 1,7 $\psi$<br>1,5 $\psi$<br>0           | 0<br>$\pm 1,5 \psi$<br>1,7 $\psi$   |
| 12         |  | $\frac{b}{d} = 0,5$         | $0^\circ$<br>$\pm 45^\circ$<br>$\pm 90^\circ$ | $d \cdot l$                  | 2,1 $\psi$<br>1,8 $\psi$<br>0           | 0<br>$\pm 0,6 \psi$<br>0,7 $\psi$   |
| 13         |  | $\frac{b}{d} = 0,5$         | $0^\circ$<br>$\pm 45^\circ$<br>$\pm 90^\circ$ | $d \cdot l$                  | 1,8 $\psi$<br>1,8 $\psi$<br>0           | 0<br>$\pm 0,5 \psi$<br>0,7 $\psi$   |
| 14         |  | $\frac{b}{d} = 0,6$         | $0^\circ$<br>$\pm 45^\circ$<br>$\pm 90^\circ$ | $d \cdot l$                  | 2,1 $\psi$<br>1,6 $\psi$<br>0           | 0<br>$\pm 1,2 \psi$<br>1,2 $\psi$   |

1)  $l$  = Stablänge2) Die für Stäbe und Scheiben gegebenen Werte gelten auch bei Abweichungen bis zu  $\pm 10^\circ$  von den in Spalte 1 c angegebenen Windwinkeln  $\beta$ .3) Abminderungsfaktor  $\psi$  für Völligkeitsgrad  $\phi = 1$  nach Bild 14.

4) Die Beiwerte für lfd. Nr 8, 9, 10 und 14 erfassen den Einfluß von Bindeblechen, deren Gesamtlänge kleiner als 20% der Stablänge ist. Die Flächen dieser Bindebleche brauchen bei der Ermittlung der Gesamtfläche nicht berücksichtigt zu werden.

## DIN 1055 Teil 4

## 6.2.5 Stäbe mit polygonalem Querschnitt

Anmerkung: Bei Querschnitten mit überstehenden Kanten (z.B. geschweißten Querschnitten mit Blechüberstand), bei denen die Überstandslänge mehr als 5% der kleineren Querschnittsabmessung beträgt, können bis zu 10% höhere Kraftbeiwerte auftreten.

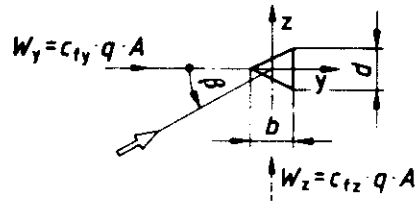
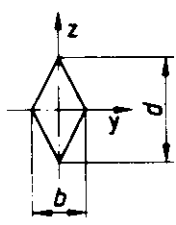
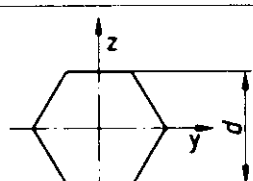
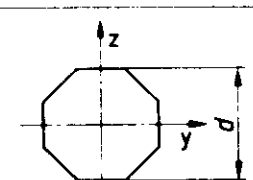
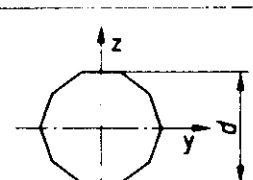
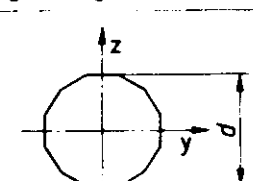
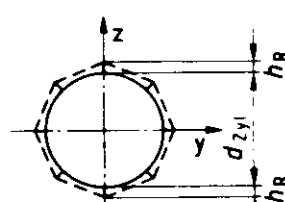
Bild 4. Darstellung zur Festlegung der angeströmten Seite und des Anströmwinkels  $\beta$  am Querschnitt

Tabelle 7.

| Lfd. Nr | Form und Lage des Baukörpers |                                      |                    | Bezugsfläche $A^1)$ | Kraftbeiwert $c_f^{2)}$ |
|---------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
|         | Baukörper                    | Abmessungsverhältnisse               | Windwinkel $\beta$ |                     |                         |
|         | 1 a                          | 1 b                                  | 1 c                | 2                   | 3                       |
| 1       |                              | $1 \leq \frac{b}{d} \leq 1,4$        | $0^\circ$          | $d \cdot l$         | $1,2 \psi$              |
| 2       |                              | $1 \leq \frac{b}{d} \leq 1,4$        | $0^\circ$          | $d \cdot l$         | $2 \psi$                |
| 3       |                              | $\frac{b}{d} = 0,5$                  | $0^\circ$          | $d \cdot l$         | $2,1 \psi$              |
|         |                              | $\frac{b}{d} = 1$                    | $0^\circ$          | $d \cdot l$         | $1,9 \psi$              |
|         |                              | $\frac{b}{d} = 2$                    | $0^\circ$          | $d \cdot l$         | $1,5 \psi$              |
|         |                              | $\frac{b}{d} = 3$                    | $0^\circ$          | $d \cdot l$         | $1,3 \psi$              |
|         |                              | $\frac{b}{d} = 4$                    | $0^\circ$          | $d \cdot l$         | $1 \psi$                |
| 4       |                              | $\frac{a}{d} = 0,5; \frac{b}{d} = 2$ | $0^\circ$          | $2d \cdot l$        | $1,6 \psi$              |
|         |                              | $\frac{a}{d} = 1; \frac{b}{d} = 2$   | $0^\circ$          | $2d \cdot l$        | $1,5 \psi$              |
|         |                              | $\frac{a}{d} = 2; \frac{b}{d} = 2$   | $0^\circ$          | $2d \cdot l$        | $1,4 \psi$              |

<sup>1)</sup> und <sup>2)</sup> siehe Seite 85

Tabelle 7. (Fortsetzung)

| Lfd.<br>Nr | Form und Lage des Baukörpers                                                                                 |                             |              | Bezugsfläche A <sup>1)</sup>                                                                                                      | Kraftbeiwert c <sub>f</sub> <sup>2)</sup> |     |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----|
|            | Baukörper                                                                                                    | Abmessungs-<br>verhältnisse | Windwinkel β |                                                                                                                                   |                                           |     |
|            |                                                                                                              |                             |              |                                                                                                                                   | 2                                         | 3   |
| 5          |                             | $\frac{b}{d} = 0,5$         | 0°           | $d \cdot l$                                                                                                                       | 1,9 ψ                                     |     |
|            |                                                                                                              | $\frac{b}{d} = 1$           | 0°           | $d \cdot l$                                                                                                                       | 1,5 ψ                                     |     |
|            |                                                                                                              | $\frac{b}{d} = 2$           | 0°           | $d \cdot l$                                                                                                                       | 1,1 ψ                                     |     |
| 6          | <br>Regelmäßiges Sechseck   |                             | 0°           | $d \cdot l$                                                                                                                       | 1,5 ψ                                     |     |
| 7          | <br>Regelmäßiges Achteck   |                             | 0°           | $d \cdot l$                                                                                                                       | 1,4 ψ                                     |     |
| 8          | <br>Regelmäßiges Zehneck  |                             | 0°           | $d \cdot l$                                                                                                                       | 1,3 ψ                                     |     |
| 9          | <br>Regelmäßiges Zwölfeck |                             | 0°           | $d \cdot l$                                                                                                                       | für $d \sqrt{q}^3)$                       |     |
|            |                                                                                                              |                             |              |                                                                                                                                   | ≤ 0,2                                     | ≥ 2 |
|            |                                                                                                              |                             |              |                                                                                                                                   | 1,25 ψ                                    | 1 ψ |
| 10         |                           |                             | 0°           | Werte wie für das umschriebene n-Eck entsprechend lfd. Nr 6 bis 9; dabei darf vereinfachend $d = d_{zyl} + 2 h_R$ gesetzt werden. |                                           |     |

1)  $l$  = Stablänge2) Abminderungsfaktor  $\psi$  für Völligkeitsgrad  $\varphi = 1$  nach Bild 14.3) Dabei ist  $d$  in m und  $q$  in  $\text{kN/m}^2$  einzusetzen; für  $0,2 < d \sqrt{q} < 2$  darf linear interpoliert werden.

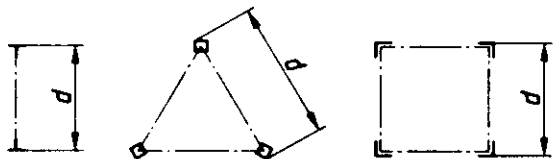
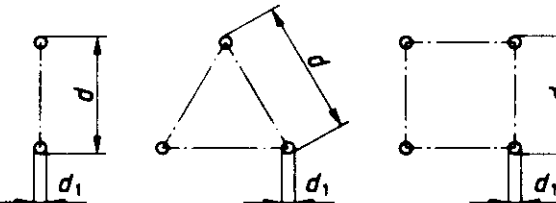
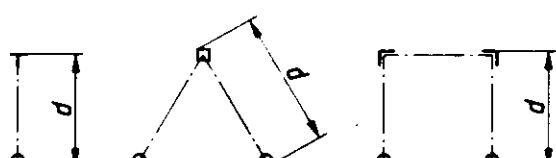
## DIN 1055 Teil 4

**6.2.6 Ebene und räumliche Fachwerke (Fachwerkquerschnitt quadratisch oder gleichseitiges Dreieck)**

Anmerkung: Die Windlast auf Einbauten ist zusätzlich zu erfassen. Dabei darf die auf übliche Einbauten wie Leitern, Laufstege, Leitungen und Anbauten wirkende Windlast, solange die Bezugsfläche der Ein- bzw. Anbauten nicht größer als 25 % der Bezugsfläche des Fachwerks ist, getrennt mit dem jeweiligen Kraftbeiwert unter Beachtung der Streckung berechnet und mit 80 % als Zuschlag bei der Ermittlung der Gesamtwindlast berücksichtigt werden.

Ist durch Einbauten eine erhebliche Veränderung bei der Umströmung des Fachwerks zu erwarten, sind gesonderte Windkanalversuche erforderlich.

Tabelle 8.

| Lfd. Nr | Form und Lage des Baukörpers                                                                                                                                                     | Bezugsfläche A                                                                                                                                                                                          | Kraftbeiwert $c_f$                                                                                                                                                                                                                         |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | 1                                                                                                                                                                                | 2                                                                                                                                                                                                       | 3                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1       | aus kantigen Stäben<br>Querschnitte:                                                            | Gesamtfläche der Stäbe und Knotenbleche der bzw. einer Fachwerkswand (Ansicht normal zur Wandebene)                                                                                                     | $c_{f0} \cdot \psi$<br>wobei:<br>$c_{f0}$ Grundkraftbeiwert für ebene Fachwerke nach Bild 5 bzw. für räumliche Fachwerke nach Bild 6 in Abhängigkeit vom Völligkeitsgrad $\varphi$ <sup>1)</sup><br>$\psi$ Abminderungsfaktor nach Bild 14 |
| 2       | aus Kreiszylinderrohren ohne Knotenbleche <sup>2)</sup><br>Querschnitte:                       | Gesamtfläche der Stäbe der bzw. einer Fachwerkswand (Ansicht normal zur Wandebene)                                                                                                                      | $c_{f0} \cdot \psi$<br>wobei:<br>$c_{f0}$ Grundkraftbeiwert <sup>3)</sup> nach den Bildern 7, 8 oder 9 in Abhängigkeit von der Reynoldszahl $Re$ und dem Völligkeitsgrad $\varphi$ <sup>1)</sup><br>$\psi$ Abminderungsfaktor nach Bild 14 |
| 3       | sowohl aus Stäben mit kantigem Querschnitt als auch aus Kreiszylinderrohren<br>Querschnitte:  | $A = A_1 + 0,75 A_2$<br>wobei:<br>$A_1$ Gesamtfläche der kantigen Stäbe und Knotenbleche bei Ansicht normal zur Wandebene<br>$A_2$ Gesamtfläche der Kreiszylinderrohre bei Ansicht normal zur Wandebene | $c_{f0} \cdot \psi$<br>wobei:<br>$c_{f0}$ Grundkraftbeiwert nach Bild 5 bzw. Bild 6 in Abhängigkeit vom Völligkeitsgrad $\varphi$ <sup>1)</sup><br>$\psi$ Abminderungsfaktor nach Bild 14                                                  |

1) Völligkeitsgrad  $\varphi = A/A_u$  mit  $A$  nach Spalte 2 und  $A_u = d \cdot l$  (Umrißfläche) mit  $d$  nach Spalte 1 und  $l$  Länge des Fachwerkträgers.

2) Bei Fachwerken mit Knotenblechen ist die auf die Knotenbleche wirkende Windlast zusätzlich zu berücksichtigen. Sie darf dabei mit der Gesamtknotenfläche und einem Kraftbeiwert  $c_f = 1,6$  ermittelt werden. Der Berechnung des Grundkraftbeiwertes  $c_{f0}$  ist bei Fachwerken mit Knotenblechen der Völligkeitsgrad  $\varphi$  aus der Gesamtfläche der Rohre und Knotenbleche einer Fachwerkswand zugrunde zu legen.

3) Die angegebenen Grundkraftbeiwerte  $c_{f0}$  berücksichtigen die üblichen Rauigkeiten (Pinsellackierung, Anrostung). Es wird vorausgesetzt, daß die Umströmung der kreiszylindrischen Querschnitte nicht über eine erhebliche Länge (z. B. durch elektrische Leitungen) gestört wird.

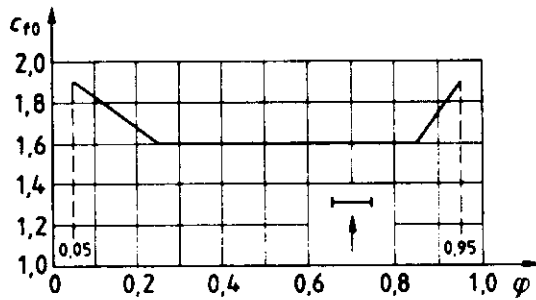


Bild 5. Grundkraftbeiwert  $c_{f0}$  für ebene Fachwerkschilde aus kantigen Stäben in Abhängigkeit vom Völligkeitsgrad  $\varphi$

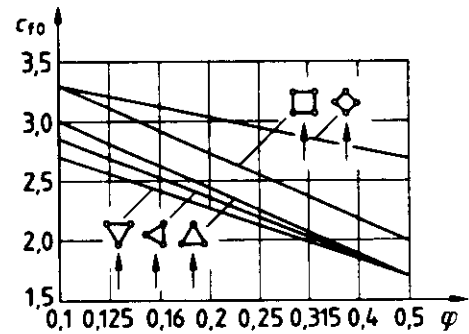


Bild 6. Grundkraftbeiwert  $c_{f0}$  für räumliche Fachwerke aus kantigen Stäben in Abhängigkeit vom Völligkeitsgrad  $\varphi$

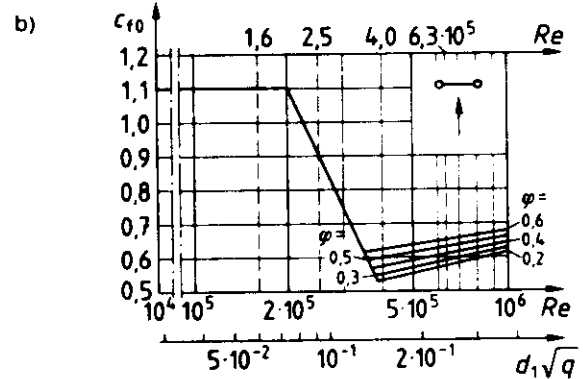
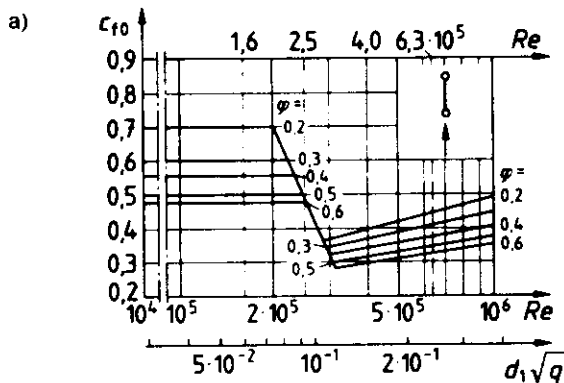


Bild 7. Grundkraftbeiwerte  $c_{f0}$  für ebene Fachwerke aus Kreiszyylinderrohren in Abhängigkeit von der Reynoldszahl  $Re^3$

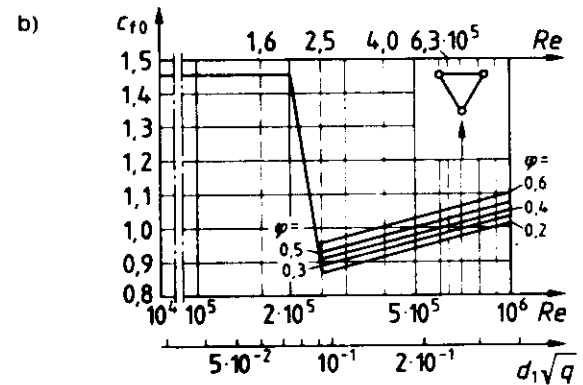
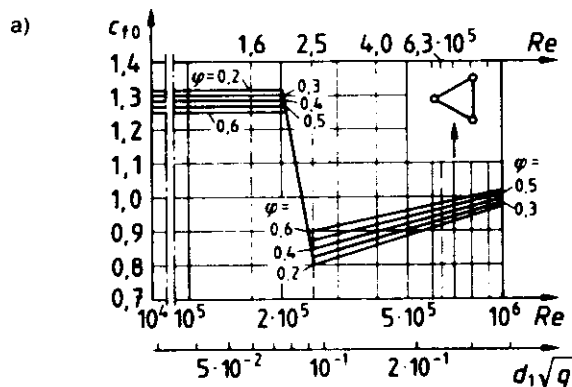


Bild 8. Grundkraftbeiwerte  $c_{f0}$  für räumliche Fachwerke aus Kreiszyylinderrohren mit gleichseitigem Dreieck als Fachwerkquerschnitt in Abhängigkeit von der Reynoldszahl  $Re^3$

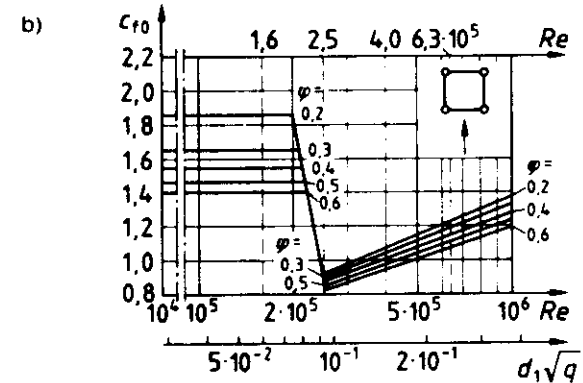
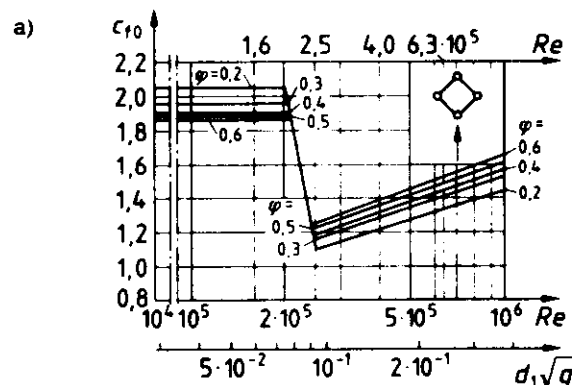


Bild 9. Grundkraftbeiwerte  $c_{f0}$  für räumliche Fachwerke aus Kreiszyylinderrohren mit quadratischem Fachwerkquerschnitt in Abhängigkeit von der Reynoldszahl  $Re^3$

3) Reynoldszahl  $Re = \frac{v \cdot d_1}{1,5 \cdot 10^{-5}}$  mit Windgeschwindigkeit  $v = 40 \sqrt{q}$  in m/s, Staudruck  $q$  in kN/m<sup>2</sup> und Gurt Durchmesser  $d_1$  in m; für  $d_1 \sqrt{q}$  ergibt sich die Einheit  $\sqrt{kN}$ .

### 6.2.7 Hintereinanderliegende gleiche Stäbe, Tafeln oder Fachwerke

Anmerkung: Dieser Abschnitt gilt auch für eine Schräganströmung bis 5° und darf bei annähernd gleichen Einzelbaukörpern angewandt werden, wenn bei der Ermittlung der Bezugsfläche  $A$  für  $A_1$  die Bezugsfläche des größten Einzelbaukörpers zugrunde gelegt wird. Bei unterschiedlichen Abständen der Einzelbaukörper darf näherungsweise der Größtabstand der Körper als einheitlicher Abstand zugrunde gelegt werden. Es wird vorausgesetzt, daß die Einzelbaukörper an den Enden gehalten sind und im übrigen frei umströmt werden. Näherungsweise darf auch die Windlast auf hintereinanderliegende Baukörper, die auf dem Boden stehen oder sich unter einer geschlossenen Decke befinden, nach diesem Abschnitt ermittelt werden.

Tabelle 9.

| Form und Lage des Baukörpers | Bezugsfläche $A$                                                                                                                                                                                                                                                                          | Kraftbeiwert $c_f$                             |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1                            | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3                                              |
|                              | <p>Für das Gesamtsystem aus <math>n</math> Baukörpern</p> $A = [1 + \eta + (n - 2) \eta^2] A_1$ <p>wobei:</p> <p><math>A_1</math> Bezugsfläche des Einzelbaukörpers</p> <p><math>n \geq 2</math> die Anzahl der Einzelkörper</p> <p><math>\eta</math> Abschattungsfaktor nach Bild 10</p> | <p><math>c_f</math> eines Einzelbaukörpers</p> |

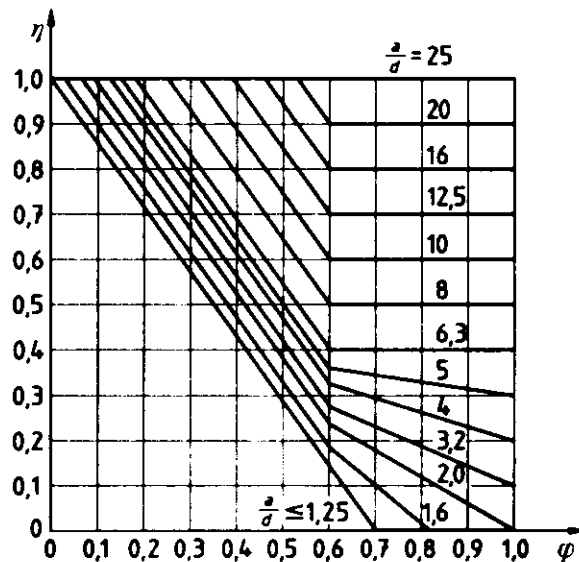
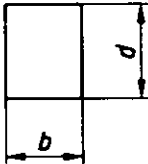


Bild 10. Abschattungsfaktor  $\eta$  für hintereinanderliegende gleiche Baukörper in Abhängigkeit vom Abstand  $a$  und vom Völligkeitsgrad  $\varphi$  (bei vollwandigen Baukörpern:  $\varphi = 1$ )

## 6.2.8 Flaggen

Tabelle 10.

| Lfd. Nr | Form und Lage des Baukörpers                                                                                                 |                        | Bezugsfläche $A$      | Kraftbeiwert $c_f$ |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|
|         | Baukörper                                                                                                                    | Abmessungsverhältnisse |                       |                    |
|         | 1 a                                                                                                                          | 1 b                    | 2                     | 3                  |
| 1       | Ansicht: <br>mit festgespanntem Flaggentuch | $\frac{d}{b} < 5$      | $b \cdot d$           | 1,2                |
|         |                                                                                                                              | $\frac{d}{b} \geq 5$   | $b \cdot d$           | 1,6                |
| 2       | mit loseem Flaggentuch                                                                                                       | $\frac{d}{b} < 5$      | $\frac{b \cdot d}{4}$ | 1,2                |
|         |                                                                                                                              | $\frac{d}{b} \geq 5$   | $\frac{b \cdot d}{4}$ | 1,6                |

6.3 Druckbeiwerte  $c_p$ 

Es wird zwischen positiven Druckbeiwerten und negativen Druckbeiwerten (Sog) unterschieden.

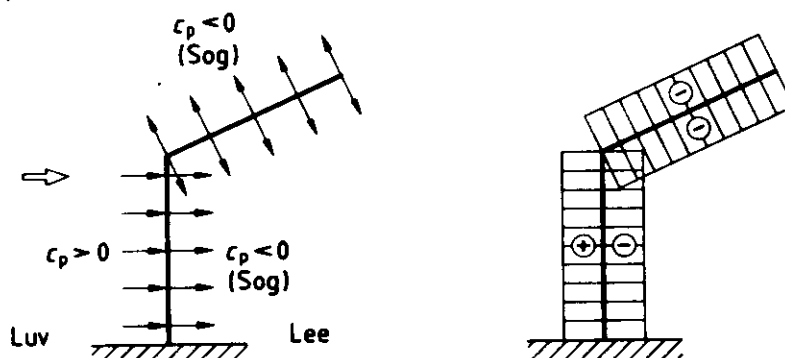
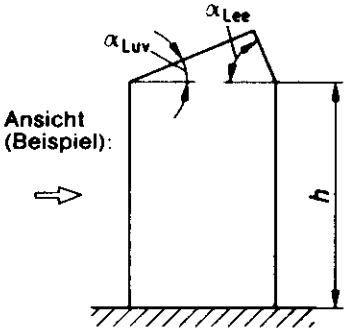
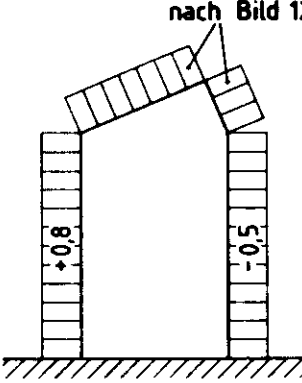
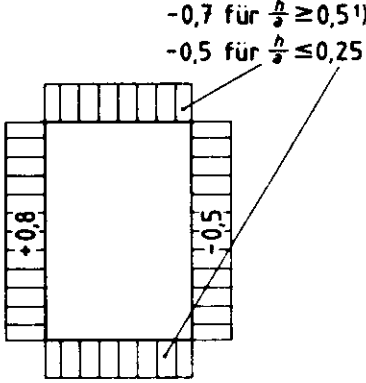
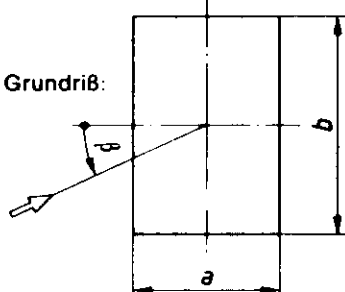
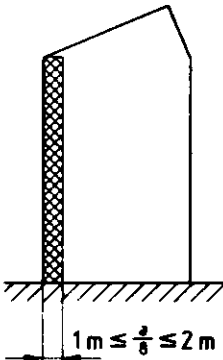
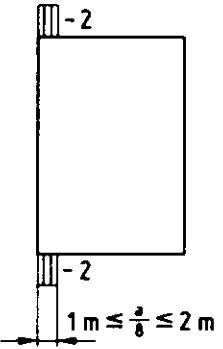
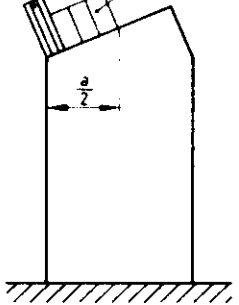
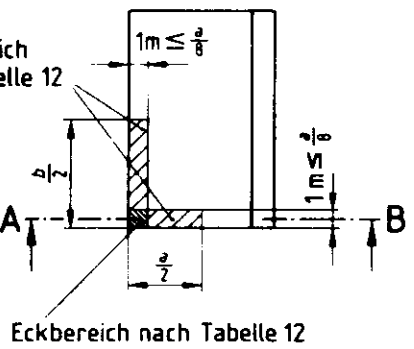


Bild 11. Vorzeichenfestlegung und Darstellung von Druckbeiwerten

### 6.3.1 Allseitig geschlossene prismatische Baukörper mit Sattel-, Pult- oder Flachdach

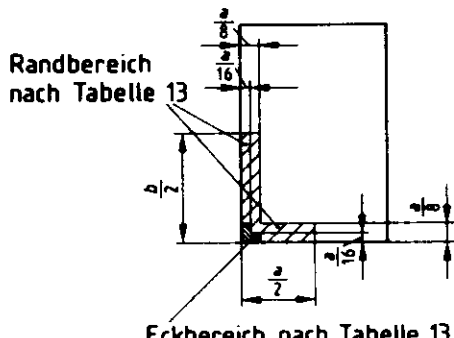
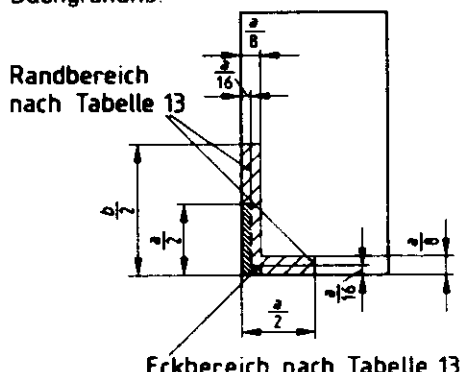
Anmerkung: Baukörper, die an einer oder mehreren Seiten ganz offen sind oder geöffnet werden können oder die an einer oder mehreren Seiten durch eine oder mehrere Öffnungen mindestens zu  $\frac{1}{3}$  offen sind oder geöffnet werden können, gelten nicht als geschlossene Baukörper ( $c_p$ -Werte siehe Abschnitt 6.3.2, Tabelle 14).

Tabelle 11.

| Lfd. Nr. | Form und Lage des Baukörpers                                                                                                                                                                         | Druckbeiwert $c_p$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | 1                                                                                                                                                                                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1        |  <p>Ansicht (Beispiel):</p>                                                                                         | <p>Über einzelne Wand- oder Dachflächen gemittelte Werte für <math>\beta = 0^\circ</math></p> <p>Ansicht: nach Bild 12</p>  <p>Grundriß:</p>  <p>-0,7 für <math>\frac{h}{b} \geq 0,5</math><sup>1)</sup><br/>-0,5 für <math>\frac{h}{b} \leq 0,25</math></p>                                                                    |
| 2        | <p><math>0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ</math></p>  <p>Grundriß:</p>                                           | <p>Über die angegebenen Teilbereiche von Wänden gemittelter Wert<sup>2)</sup> (Sogspitzen) für <math>\beta = 0^\circ</math></p> <p>Ansicht:</p>  <p>Grundriß:</p>  <p><math>1\text{ m} \leq \frac{a}{b} \leq 2\text{ m}</math></p>                                                                                          |
| 3        | <p><math>a \leq b</math></p> <p>Anmerkung: Die Windrichtung <math>\beta = 0</math> wird unabhängig von der Firstrichtung rechtwinklig zur Grundrißseite mit der Länge <math>b</math> angenommen.</p> | <p>Über die angegebenen Teilbereiche von Dächern<sup>3)</sup> gemittelte Werte (Sogspitzen) für <math>\beta \approx 45^\circ</math></p> <p>Schnitt A-B</p> <p>Eckbereich nach Tabelle 12</p>  <p>Randbereich nach Tabelle 12</p> <p>Dachgrundriß:</p>  <p>Randbereich nach Tabelle 12</p> <p>Eckbereich nach Tabelle 12</p> |

<sup>1)</sup> bis <sup>3)</sup> siehe Seite 91

Tabelle 11. (Fortsetzung)

| Lfd. Nr. | Form und Lage des Baukörpers | Druckbeiwert $c_p$                                                                                                        |                                                                                                                         |
|----------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                              | 1                                                                                                                         | 2                                                                                                                       |
| 4        |                              | Genauere Werte für die angegebenen Teilbereiche bei Flachdächern                                                          |                                                                                                                         |
|          |                              | für $b \leq 1,5 a$<br>Dachgrundriß:<br> | für $b > 1,5 a$<br>Dachgrundriß:<br> |

- 1) Für Verhältnisse  $0,5 > h/a > 0,25$  darf linear interpoliert werden.
- 2) In diesem Wert sind auch dynamische Windwirkungen berücksichtigt.
- 3) Bei Wohn- und Bürogebäuden sowie bei geschlossenen Hallen mit  $a \leq 30$  m darf auch in der Dachfläche die Breite des Randbereichs auf 2 m begrenzt werden. Bei Dächern mit Überstand sind bei der Ermittlung der Dachteilbereiche die Abmessungen des Dachgrundrisses zugrunde zu legen. Der Druck von unten auf den Dachüberstand ist sinngemäß nach Abschnitt 6.3.2, Tabelle 14, lfd. Nr 1, zu ermitteln. Bei Flachdächern (Neigungswinkel  $\alpha$  bis ungefähr  $8^\circ$ ) ohne Attika dürfen die Sogspitzen für die angegebenen Teilbereiche statt nach Tabelle 12 mit den genaueren Werten nach Tabelle 13 gerechnet werden (Attiken können die Sogspitzen verringern). In den Mittenbereichen (d. h. in Bereichen außerhalb der angegebenen Rand- und Eckbereiche) von Dächern mit Neigungswinkeln  $\alpha < 25^\circ$  können bei Baukörpern mit  $h/a > 0,4$  die auf die Dachhaut und etwaige Aufbauten auf der Dachfläche wirkenden örtlichen Sogspitzen Beiwerte von  $c_p = -0,8$  haben.

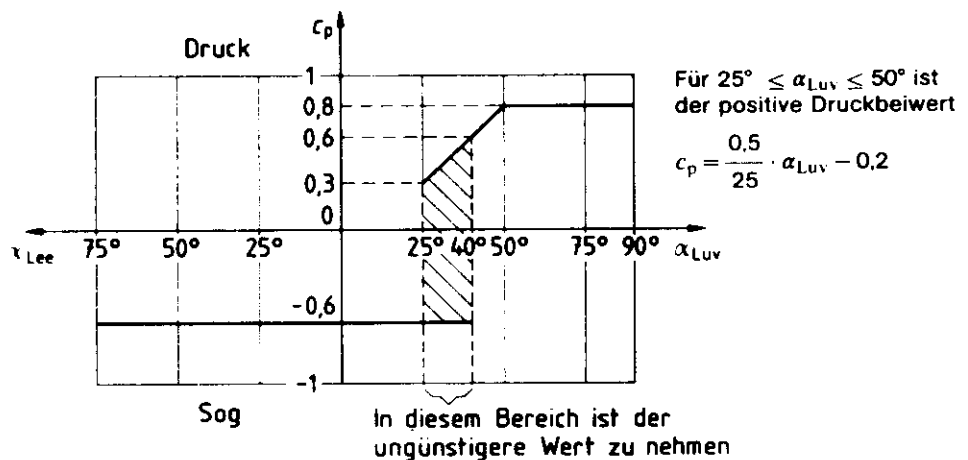
Bild 12. Beiwert  $c_p$  für Sattel-, Pult- und Flachdächer

Tabelle 12.

| Sogspitzen für angegebene Teilbereiche von Dächern beliebiger Neigung |                    |                |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|
| Dachneigungswinkel $\alpha$                                           | Beiwert $c_p$      |                |
|                                                                       | im Eckbereich      | im Randbereich |
| $\leq 25^\circ$                                                       | - 3,2              | - 1,8          |
| $25^\circ < \alpha \leq 35^\circ$                                     | - 1,8              | - 1,1          |
| $> 35^\circ$                                                          | keine „Sogspitzen“ |                |

Tabelle 13.

| Sogspitzen für angegebene Teilbereiche von Flachdächern |            |                |       |
|---------------------------------------------------------|------------|----------------|-------|
| Abmessungsverhältnisse                                  | $b/a$      | Beiwert $c_p$  |       |
|                                                         |            | $h/a$          |       |
| $\leq 1,5$                                              | $\leq 0,4$ | im Eckbereich  | - 2   |
|                                                         | $> 0,4$    | im Randbereich | - 1   |
| $> 1,5$                                                 | $\leq 0,4$ | im Eckbereich  | - 2,8 |
|                                                         | $> 0,4$    | im Randbereich | - 1,5 |
| $> 1,5$                                                 | $\leq 0,4$ | im Eckbereich  | - 2,5 |
|                                                         | $> 0,4$    | im Randbereich | - 1   |
| $> 1,5$                                                 | $\leq 0,4$ | im Eckbereich  | - 3   |
|                                                         | $> 0,4$    | im Randbereich | - 1,7 |

## 6.3.2 Seitlich offene prismatische Baukörper

Tabelle 14.

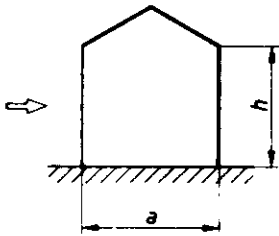
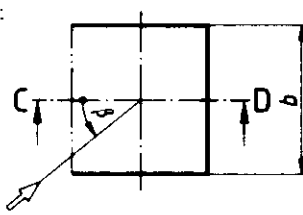
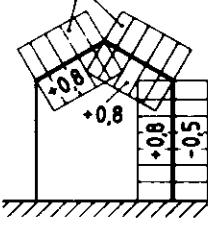
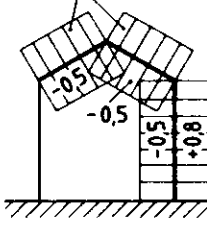
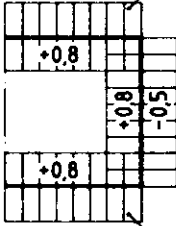
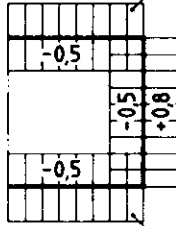
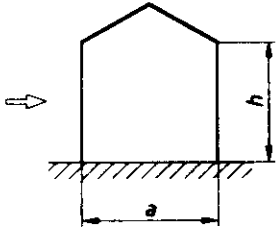
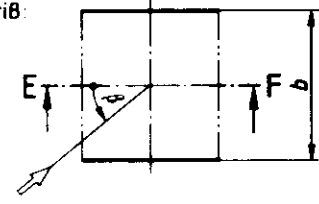
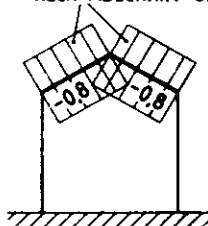
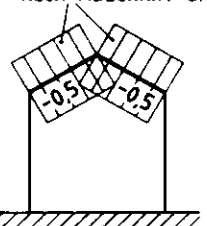
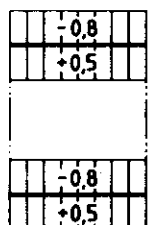
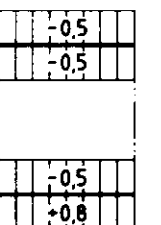
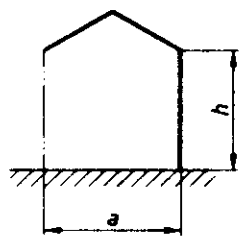
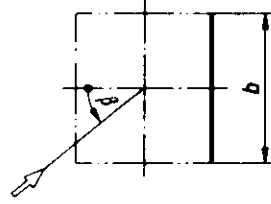
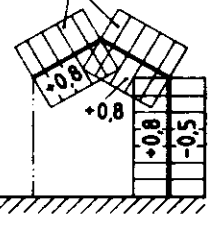
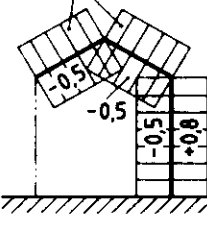
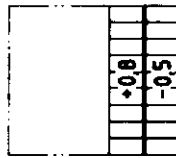
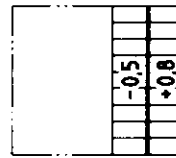
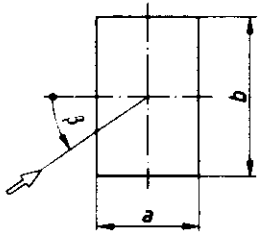
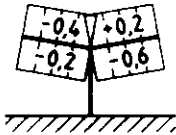
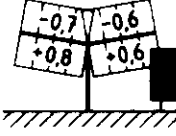
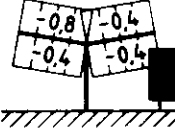
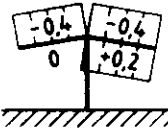
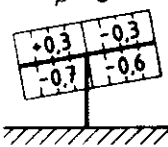
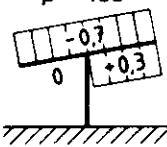
| Lfd. Nr | Form und Lage des Baukörpers                                                                                                                                                                                                                            | Druckbeiwert $c_p$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|         | 1                                                                                                                                                                                                                                                       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| 1       | <p>Luv- oder Leeseite offen:</p> <p>Schnitt C-D</p>  <p>Grundriß:</p>                 | <p><math>\beta = 0^\circ</math><br/>nach Abschnitt 6.3.1</p>  <p><math>\beta = 180^\circ</math><br/>nach Abschnitt 6.3.1</p>  <p>nach Abschnitt 6.3.1</p>  <p>nach Abschnitt 6.3.1</p>  <p>nach Abschnitt 6.3.1</p> |  |
| 2       | <p>zwei gegenüberliegende Seiten offen:</p> <p>Schnitt E-F</p>  <p>Grundriß:</p>  | <p><math>30^\circ &lt; \beta &lt; 60^\circ</math><br/>nach Abschnitt 6.3.1</p>  <p><math>\beta = 90^\circ</math><br/>nach Abschnitt 6.3.1</p>  <p>nach Abschnitt 6.3.1</p>  <p>nach Abschnitt 6.3.1</p>     |  |
| 3       | <p>drei Seiten offen:</p> <p>Ansicht:</p>  <p>Grundriß:</p>                       | <p><math>\beta = 0^\circ</math><br/>nach Abschnitt 6.3.1</p>  <p><math>\beta = 180^\circ</math><br/>nach Abschnitt 6.3.1</p>  <p>nach Abschnitt 6.3.1</p>  <p>nach Abschnitt 6.3.1</p>                      |  |

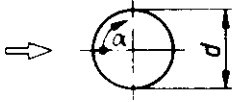
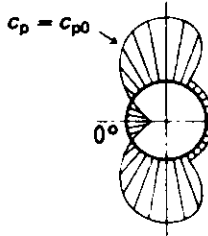
Tabelle 14. (Fortsetzung)

| Lfd. Nr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Form und Lage des Baukörpers                                                                                                                                                                                                                                                       | Druckbeiwert $c_p$                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                                                                                                                                                                                                                |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Freistehende Dächer <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>Grundriß:</p>  <p>Abmessungsverhältnisse:<br/> <math>a \leq b \leq 5a</math><br/> <math>0,5 \leq h/a \leq 1</math><br/>           Querschnittshöhe der Dachscheibe <math>\leq 0,03a</math></p> |                                                                                                                                                                                                                  |
| 4.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Typ 1 (Ansicht):                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\beta = 0^\circ$                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | mit Versperrung:                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\beta = 0^\circ$  $\beta = 180^\circ$  |
| 4.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Typ 2 (Ansicht):                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\beta = 0^\circ$                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | mit Versperrung:                                                                                                                                                                                                                                                                   | $c_p$ entsprechend lfd. Nr 4.1                                                                                                                                                                                   |
| 4.3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Typ 3 (Ansicht):                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\beta = 0^\circ$  $\beta = 180^\circ$  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | mit Versperrung:                                                                                                                                                                                                                                                                   | $c_p$ entsprechend lfd. Nr 4.1                                                                                                                                                                                   |
| <p><sup>1)</sup> Bei Anströmung in Richtung der Längsachse des Daches können die zum Dach tangentialen Windkräfte von Bedeutung sein. In Teilbereichen auf das Dach wirkende Sogspitzen können nach Tabelle 12 abgeschätzt werden.</p> <p><sup>2)</sup> Für Dachneigungen <math>-10^\circ &lt; \alpha &lt; +10^\circ</math> darf zwischen den Druckbeiwerten für <math>\alpha = -10^\circ</math> und <math>\alpha = +10^\circ</math> linear interpoliert werden; in den Beiwerten ist eine mögliche Versperrung der durchströmten Fläche unterhalb des Daches bis zu 15% berücksichtigt.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                  |

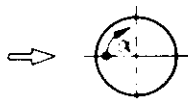
## DIN 1055 Teil 4

## 6.3.3 Kreiszyklindrische Baukörper

Tabelle 15.

| Form und Lage des Baukörpers                                                                       | Druckbeiwerte $c_p$                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>Grundriß:</p>  | <p> <math>c_p = c_{p0}</math><br/> <math>c_p = c_{p0h} \cdot \psi</math><br/> <math>0^\circ</math> <math>180^\circ</math><br/> Werte <math>c_{p0}</math> nach Bild 13<br/> Abminderungsfaktor <math>\psi</math> nach Bild 14 </p>  |

$\frac{k}{d} < 5 \cdot 10^{-4}$  (Rechenwert  $k$  für die Rauigkeit nach Tabelle 4)



| $Re$            | $\alpha_{min}$ | $c_{p0min}$ | $\alpha_A$ | $c_{p0h}$ | Integration $c_{f0}$ |
|-----------------|----------------|-------------|------------|-----------|----------------------|
| $5 \times 10^5$ | 85             | -2,2        | 135        | -0,4      | 0,49                 |
| $2 \times 10^6$ | 80             | -1,9        | 120        | -0,7      | 0,65                 |
| $10^7$          | 75             | -1,5        | 105        | -0,8      | 0,78                 |

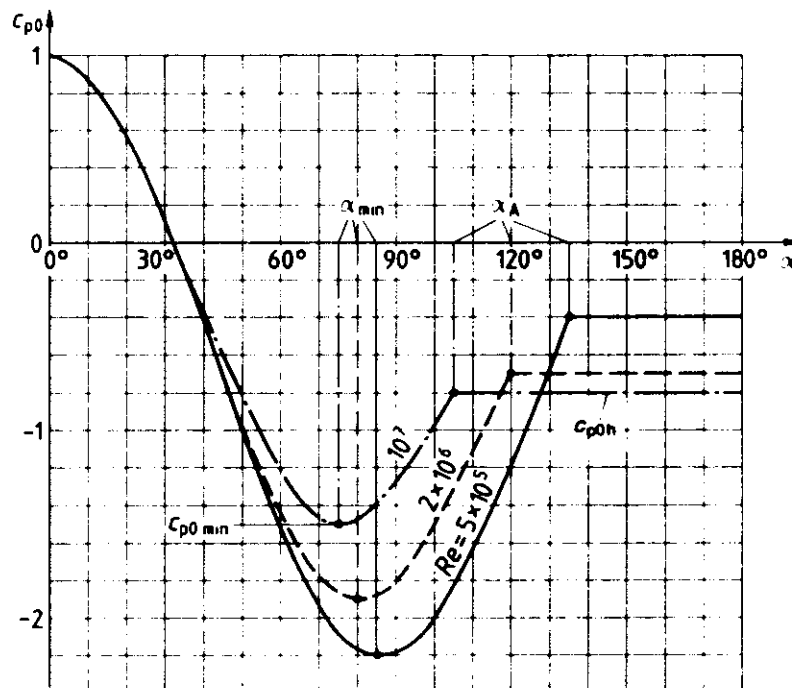


Bild 13. Beiwerte  $c_{p0}$  über dem abgewinkelten Zylinderumfang. Zwischenwerte  $Re$  dürfen logarithmisch interpoliert werden.

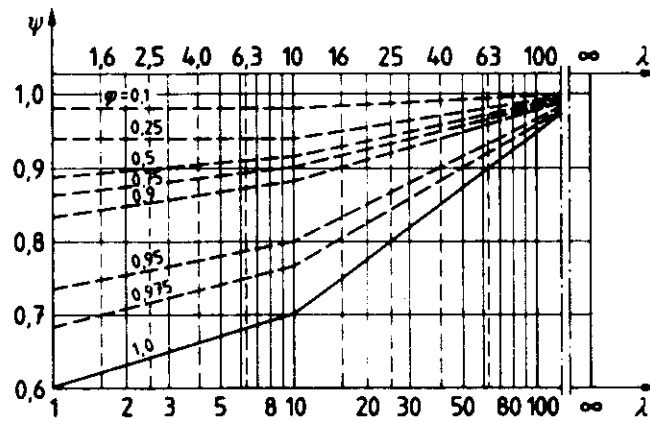
Bild 14. Abminderungsfaktor  $\psi$  in Abhängigkeit von der effektiven Streckung  $\lambda$  (nach Tabelle 16) und dem Völligkeitsgrad  $\varphi$ 

Tabelle 16.

| Lfd. Nr. | Lage des Baukörpers, Anströmung senkrecht zur Zeichenebene | effektive Streckung $\lambda$                                                                                                                                                                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | 1                                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1        | <p>für <math>l \geq 4d</math></p>                          | $\frac{l}{d}$                                                                                                                                                                                                                            |
| 2        | <p>für <math>d \leq l</math></p>                           |                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3        | <p>für <math>d \leq l</math></p>                           | $1,4 \frac{l}{d} \leq 70$ für $l \geq 50 \text{ m}$<br>$2 \frac{l}{d} \leq 70$ für $l \leq 15 \text{ m}$<br>Für Kreiszylinder:<br>$0,7 \frac{l}{d} \leq 70$ für $l \geq 50 \text{ m}$<br>$\frac{l}{d} \leq 70$ für $l \leq 15 \text{ m}$ |
| 4        |                                                            | Zwischenwerte linear interpolieren                                                                                                                                                                                                       |
| 5        |                                                            | $0,7 \frac{l}{d} \geq 70$ für $l \geq 50 \text{ m}$<br>$\frac{l}{d} \geq 70$ für $l \leq 15 \text{ m}$<br>Zwischenwerte linear interpolieren                                                                                             |

## Zitierte Normen

DIN 1053 Teil 1 Mauerwerk; Berechnung und Ausführung

DIN 1055 Teil 1 Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel

DIN 1055 Teil 5 Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Schneelast und Eislast

## Frühere Ausgaben

Beiblatt zu DIN 1055 Teil 4: 06.39, 02.41

DIN 1055 Teil 4: 06.38xxx, 05.77

## Änderungen

Gegenüber Ausgabe Mai 1977 und dem im Jahre 1961 zurückgezogenen Beiblatt zu DIN 1055 Teil 4 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Der bisherige Titel „Geltungsbereich und Zweck“ von Abschnitt 1 wurde geändert in „Anwendungsbereich“.
- Der bisherige Abschnitt 2 „Mitgeltende Normen“ wurde an den Schluß der Norm in das neue Verzeichnis „Zitierte Normen“ übernommen. Dadurch erhielten die folgenden Abschnitte andere Abschnittsnummern.
- Die bisherigen Abschnitte 3 bis 6 (neu 2 bis 5) „Begriffe“, „Berücksichtigung der Windwirkung“, „Gleichzeitige Berücksichtigung von Wind- und Schneelast“ und „Rechenwert“ wurden – bei inhaltlich nur unwesentlicher Änderung – redaktionell überarbeitet.
- Als Abschnitt 6 wurde eine Sammlung von aerodynamischen Kraft- und Druckbeiwerten für geometrisch einfache Baukörperformen aus dem im April 1985 zurückgezogenen Entwurf DIN 1055 Teil 45 neu aufgenommen.

## Erläuterungen

Die vorliegende Folgeausgabe von DIN 1055 Teil 4 enthält die textlich nur unwesentlich geänderte Ausgabe Mai 1977 dieser Norm, ergänzt durch eine Sammlung aerodynamischer Beiwerte im Abschnitt 6. Diese Folgeausgabe ist damit das Ergebnis einer in zwei Schritten durchgeführten Überarbeitung der Norm DIN 1055 Teil 4 Lastannahmen im Hochbau; Verkehrslasten, Windlast.

### Ausgabe Juni 1938xxx:

Im ersten Schritt wurden die Abschnitte, die sich mit den Nachweisen unter Windeinwirkung, den Berechnungsgleichungen für die Windlast und dem Staudruckansatz befassen, redaktionell überarbeitet und im übrigen materiell unverändert als DIN 1055 Teil 4 Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke, Ausgabe Mai 1977, im Kurzverfahren herausgegeben. Dabei wurde mit dem einschränkenden Untertitel zum Ausdruck gebracht, daß diese Regeln nur für die Anwendung bei üblichen Konstruktionen des Hochbaus vorgesehen sind, die durch Wind nicht zu Resonanzschwingungen erregt werden können.

Im zweiten Schritt wurde die Beiwertzusammenstellung von Grund auf überarbeitet. Beiwerte waren in der Norm und in einem als 2. Ausgabe Februar 1941 erschienenen Beiblatt angegeben. Mit der Entwicklung der Baupraxis hatten einige der angegebenen Baukörperformen an Bedeutung verloren, während für andere, neu hinzugekommene, keine Werte zu finden waren. Hierfür, aber auch für weiterhin wichtige und in der Sammlung schon enthaltene Baukörperformen, lagen Messungen des In- und Auslaufes in großer Zahl und nicht ohne gelegentliche Widersprüche vor. Neuere Meßergebnisse hatten unter anderem gezeigt, daß gewisse Angaben des Beiblattes nur für bestimmte Parameterkombinationen galten und nicht das Maß an Allgemeingültigkeit haben, das die Darstellung zum Ausdruck brachte. Das DIN hatte sich dadurch 1961 veranlaßt gesehen, das Beiblatt ersatzlos zurückzuziehen. Unter Beschränkung auf die heute baupraktisch bedeutsamen Grundformen hat der Arbeitsausschuß, zunächst ausgehend von dem vorhandenen Material, eine Sammlung von Kraft- und Druckbeiwerten aufgestellt und als Entwurf Mai 1977 von DIN 1055 Teil 45 der Öffentlichkeit zur Stellungnahme vorgelegt. Bei den Einspruchsberatungen waren gegenläufige Ansichten und Interessen auszuglei-

chen, die sich vor allem auf die zu behandelnden Baukörper, die anzugebenden Werte, den Umfang der Informationen und auf die Form der Darstellung bezogen. Der Ausschuß hat sich bemüht, alle Angaben bis zur Grenze des Vertretbaren zu vereinfachen. Die Baupraxis war hiermit nicht immer einverstanden. Damit einige der Angaben auf Wunsch der Beteiligten verfeinert werden konnten, mußten auch gezielte zusätzliche Untersuchungen durchgeführt werden. Hieraus ergab sich die ungewöhnlich lange Zeit zwischen der Veröffentlichung des Entwurfs und der Herausgabe der endgültigen Norm.

Die vorliegende Ausgabe von DIN 1055 Teil 4 ist eine „konservative“ Beschreibung statisch aufgefaßter Windwirkungen, die vom Konzept her für eine wirklichkeitsnahe Erfassung aller im Bauwesen zu berücksichtigenden Windwirkungen nur bedingt geeignet ist. Der Arbeitsausschuß hat daher parallel zur Überarbeitung dieser Norm die Regeln zur Erfassung der Windwirkungen von Grund auf neu bearbeitet, um eine Grundlage für eine wirklichkeitsnahe und allgemeingültige Beschreibung der Windwirkungen bei beliebigen Baukonstruktionen zu schaffen. Die vorliegende Ausgabe von DIN 1055 Teil 4 wurde daher in der Arbeitsplanung des Ausschusses für Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB) als „Zwischenlösung“ aufgefaßt.

### Zu Abschnitt 1: Anwendungsbereich und zu Abschnitt 2: Begriffe

Wie die bisherige Norm erfaßt auch die vorliegende Ausgabe von DIN 1055 Teil 4 keine Resonanzanregungen von Baukonstruktionen durch Wind und berücksichtigt nicht, daß die Werte der Windgeschwindigkeiten gleicher Auftretenswahrscheinlichkeit innerhalb des räumlichen Geltungsbereiches der Norm merklich unterschiedlich sind. Für Baukonstruktionen, deren Bemessung wesentlich von diesen Einflüssen auf die Windwirkung abhängt, mußten daher innerhalb des Normenwerks abweichende Windlastregeln aufgestellt werden, die dem ausreichend Rechnung tragen. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Erfahrungen mußte dementsprechend die Anwendung von DIN 1055 Teil 4 auf „übliche“, im Abschnitt 2.1 beschriebene Hochbauten begrenzt werden. Um die Untersuchung einer Resonanzanregung von Baukonstruktionen durch Wind auf die Fälle zu beschränken, bei denen dies sicherheitstheoretisch unumgänglich ist, wurde ein Anteil der Resonanz-

## DIN 1055 Teil 4

erregung von 10% – bezogen auf die ohne Resonanzenerregung ermittelte Windlast – als tolerabel angegeben. Dieses wird auch für andere Konstruktionen als „übliche“ Hochbauten als vertretbar angesehen. Um dem Anwender in Zweifelsfällen bei schlanken Konstruktionen eine Entscheidungshilfe an die Hand zu geben, wurde mit diesen Kriterium für Kragkonstruktionen, d. h. einseitig z. B. im Fundament eingespannte Konstruktionen, die Grenzbedingung

$$h/\sqrt{(h/b + 1)/20} = \frac{44}{f \cdot \sqrt{\delta/0,10 - 0,05}}$$

entwickelt. Für die Anwendung dieses Kriteriums ist eine Abschätzung der Eigenfrequenz  $f$  und der Dämpfung  $\delta$  erforderlich. Während die Eigenfrequenz nach bekannten Formeln (siehe z. B. Betonkalender 1978 Teil II, S. 779) ermittelt oder in einfachen Fällen anhand von Erfahrungswerten vorgeschätzt werden kann (z. B. nach Ruscheweyh, Dynamische Windwirkung auf Bauwerke, Bauverlag 1982, Band 2, S. 35, oder für Kamine mit  $f \approx \frac{50}{h}$  mit  $h$  = Höhe in Meter),

werden für Dämpfungswerte im Rahmen dieses Kriteriums grobe Anhaltswerte angegeben. Dabei darf zu den Grunddämpfungswerten jeweils nur ein Zuschlag  $\Delta \delta$  hinzugezählt werden.

Entsprechend der meßtechnischen Ermittlung am Modell im Windkanal und der Übertragung der Ergebnisse bei ihrer Verwendung in Sicherheitsnachweisen für das Bauwerk („Großausführung“) werden unterschieden:

**Kraftbeiwerte**, als Ergebnisse von Kraftmessungen mittels Waagen am Gesamtmodell des Baukörpers:

$$c_f = \frac{F_{\text{Wind, meß}}}{q'_{\text{meß}} \cdot A'} \text{ und}$$

**Druckbeiwerte**, als Ergebnisse von Druckmessungen mittels Manometer an einzelnen Punkten der Modelloberfläche:

$$c_p = \frac{\Delta p_{\text{meß}}}{q'_{\text{meß}}}$$

Kräfte wie Drücke sind „Lasten“ im Sinne von DIN 1080 Teil 1, Ausgabe Juni 1976, Abschnitt 3.4. Man müßte also generell von „Lastbeiwerten“ sprechen. Um jedoch Beiwerte für die Windlastresultierende (Einzellast) von den Beiwerten für die Drücke auf der Bauwerkssoberfläche (Last je Fläche) unterscheiden zu können, wurden die Bezeichnungen „Kraftbeiwert“ und „Druckbeiwert“ gewählt (siehe DIN 1080 Teil 1, Ausgabe Juni 1976, Tabelle 4 mit  $P$  und Tabelle 5 mit  $p$ ). Der „Staudruck“  $\frac{\rho v^2}{2}$  wird, insbesondere

in der internationalen Literatur, auch „Geschwindigkeitsdruck“ genannt. Hierauf bezieht sich im Abschnitt 2.2 die Bezeichnung „Staudruck (Geschwindigkeitsdruck)“. Der im Staupunkt eines umströmten Körpers herrschende Gesamtdruck setzt sich aus dem statischen Druck und dem Staudruck (Geschwindigkeitsdruck) zusammen:

$$\text{Gesamtdruck } p_{\text{Ges}} = p_{\text{stat}} + p_{\text{dyn}}$$

$$\text{mit Staudruck } p_{\text{dyn}} = \frac{\rho v^2}{2}$$

Zur Bestimmung aerodynamischer Beiwerte werden die Meßergebnisse auf den Staudruck (Geschwindigkeitsdruck) bezogen.

### Zu Abschnitt 3: Berücksichtigung der Windwirkung

Bei der Untersuchung der ungünstigsten Windbeanspruchung von Gesamtbauwerken wird für den häufigsten Fall der orthogonalen Anordnung der Aussteifungselemente im Grundriß eine Untersuchung mit Windanströmung in Richtung der Grundrißhauptachsen im allgemeinen als ausreichend angesehen. Die Entscheidung, wann abweichend davon die ungünstigste Wirkung des Windes auf die Aussteifungselemente unabhängig von der Richtung dieser Hauptachsen zu untersuchen ist, d. h. unter Windanströmung

„über Eck“, muß dem sachkundigen Ingenieur überlassen bleiben. Normative Regeln in knapper Form lassen sich hierfür nicht aufstellen.

Wird die Lagesicherheit (Umkippen und/oder Gleiten) mit einem Gesamtsicherheitsbeiwert nachgewiesen, muß dieser wie bisher mindestens 1,5 betragen. Beim Nachweis mit Teilsicherheitsbeiwerten können diese den betreffenden Fachnormen entnommen werden.

Die Schadensentwicklung der letzten Jahrzehnte hat ergeben, daß die Lagesicherheit insbesondere von Flachdachkonstruktionen bei Diagonalanströmung unter der Wirkung von Sogspitzen an der angeströmten Ecke zu untersuchen ist. In diesen Bereichen sind unmittelbar vom Sog belastete Einzelbauteile je nach ihrer Masse unterschiedlich gefährdet. Damit der Lagesicherheitsnachweis möglichst wirkkeitsnah geführt werden kann, wird in der Anmerkung zu Abschnitt 3.3 eine Bemessungsgleichung mit Teilsicherheitsbeiwerten angegeben. Diese sind angesetzt an

der Bruchlast  $F_{\text{Trag}}$  einer eventuellen Verankerung (z. B. bei Stahl berechenbar mit den Spannungen an der Fließgrenze),

der angreifenden Windlast  $S_{\text{Sog}}$  und der Eigenlast des untersuchten Bauteils.

Für die Eigenlast ist der mit ausreichender Wahrscheinlichkeit zu erwartende Mindestwert (bei Baustoffen mit veränderlichem Feuchtegehalt also für den „bautrockenen Zustand“) anzusetzen. Falls kein genauerer Wert bekannt ist, darf mit dem 0,8fachen Rechenwert nach DIN 1055 Teil 1 gerechnet werden.

Angaben über entlastend wirkende Windlasten, die simultan mit belastenden Windwirkungen auftreten, enthält die Norm nicht. Die Angaben der Beiwertsammlung sind für sich betrachtete obere Fraktilen räumlicher Mittelwerte einzelner Teile der Körperoberfläche, z. B. luv- oder leeseitige Wandfläche, luv- oder leeseitige Dachfläche, windparallele Seitenflächen usw. Diese Werte müssen weder simultan auftreten, noch überhaupt zu demselben Anströmzustand gehören. Die tatsächliche Druckverteilung in der betrachteten Bezugsfläche kann von der gemittelten konstanten Lastverteilung, die in der Norm angegeben ist, merklich abweichen. Tatsächlich wirkt die Resultierende deshalb nicht immer im Schwerpunkt der Angriffsfläche, sondern kann in merklichem Abstand davon angreifen. Damit also in bestimmten Fällen günstig wirkende Windlasten berücksichtigt werden könnten, müßten die hierfür erforderlichen Angaben (z. B. mit Sicherheit wirkende Mindestwerte) erst in die Norm aufgenommen werden. Sie würde dadurch erheblich anschwellen und in ihrer Anwendung erschwert. Der einfachen Handhabung wegen bleibt daher nur die Abschätzung „nach der sicheren Seite“, indem günstig wirkende Windlasten nicht berücksichtigt werden. Eine Unterteilung innerhalb der oben genannten Teilflächen (luvseitig, leeseitig usw.) in ungünstige und günstige Windlasten wird nicht für sinnvoll gehalten.

### Zu Abschnitt 4: Gleichzeitige Berücksichtigung von Wind- und Schneelast

Mit dem Bezug auf die Kombinationsregel nach DIN 1055 Teil 5, Ausgabe Juni 1975, Abschnitt 5.1, wird die Möglichkeit geboten, den Anteil der rechnerischen Windlast abzuschätzen, dessen gleichzeitiges Zusammenwirken mit dem Rechenwert der Schneelast zu erwarten ist, und umgekehrt. Dem Anwender wird damit folgende Alternative zur freien Wahl gestellt:

1. Es werden  $s + \frac{w}{2}$  und  $w + \frac{s}{2}$  bestimmt und die mit dem ungünstigeren Wert ermittelten Spannungen den zulässigen Spannungen des Lastfalles H gegenübergestellt.
2. Es werden bei Überlagerung der vollen Regelwerte für Wind- und Schneelast die ermittelten Spannungen den

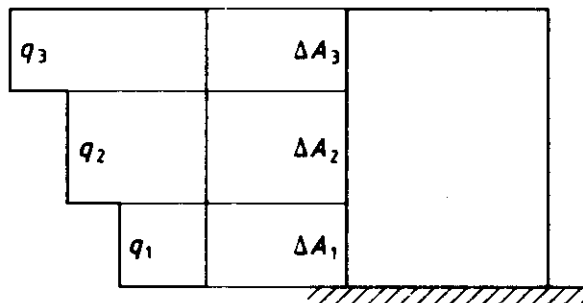
zulässigen Spannungen des Lastfalles HZ gegenübergestellt.

Dabei ist mit „s“ ausschließlich der Rechenwert der Schneelast nach DIN 1055 Teil 5, Ausgabe Juni 1975, Abschnitt 3.1, gemeint. Insbesondere ist eine Kombination „ $w + \frac{s/2}{2}$ “ = „ $w + \frac{s}{4}$ “ nach DIN 1055 Teil 5, Ausgabe

Juni 1975, Abschnitt 3.2, nicht möglich.

#### Zu Abschnitt 5: Rechenwert der Windlast

Das unter Beschränkung der Anwendbarkeit auf übliche Hochbauten aus der Ausgabe Juni 1938xxx der DIN 1055 Teil 4 unverändert übernommene Windlastmodell besteht aus Angaben über die resultierende Windlast am Bauwerk,  $W = c_f \cdot q \cdot A$ , und die Oberflächenlasten,  $w = c_p \cdot q$ , die als statische Ersatzlasten stark vereinfachend beschrieben werden. Damit soll die Führung von Sicherheitsnachweisen soweit als möglich erleichtert werden. Führt der Berechnungsstaudruck nach Tabelle 1 zu unterschiedlichen Werten innerhalb der Bezugsfläche  $A$  eines Bauwerks, so kann die Windlastresultierende nach der Formel  $W = c_f \cdot \sum q_i \cdot \Delta A_i$  ermittelt werden. Dabei ist jeweils  $\Delta A_i$  die zu  $q_i = \text{const}$  gehörende Teilbezugsfläche (mit  $\sum \Delta A_i = A$ ).



$$W = c_f \cdot (q_1 \cdot \Delta A_1 + q_2 \cdot \Delta A_2 + q_3 \cdot \Delta A_3)$$

$$\Delta A_1 + \Delta A_2 + \Delta A_3 = A$$

Bild 15. Beispiel für Teilbezugsflächen

Bei der Bemessung „üblicher“ Hochbauten, die häufig bereits aufgrund ihrer konstruktiven Ausbildung weitgehend widerstandsfähig gegen Windeinwirkungen sind, wurde dieses vereinfachende Lastmodell in den letzten Jahrzehnten offensichtlich als ausreichend empfunden. Bestandteil dieses Windlastmodells ist ein Modell für die Beschreibung des Windes selbst, das ebenfalls starke Vereinfachungen enthält und nur in seiner Gesamtheit gesehen werden kann. Wesentlich hieran ist, daß für den gesamten räumlichen Anwendungsbereich der Norm derselbe Berechnungsstaudruck gilt, der sich mit der Höhe nach der in Tabelle 1 angegebenen „Treppenlinie“ ändert. Das in Tabelle 1, Spalte 2, angegebene Höhenprofil der Windgeschwindigkeit kann als Annäherung an die durch

$$v(z) = v(10) \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,11}$$

beschriebene „Einhüllende“ möglicher Böenprofile aufgefaßt werden. Dieses Profil mit seinem Bezugswert  $v(10) = 34,6 \text{ m/s}$  in 10 m Höhe hat innerhalb des Anwendungsbereiches der Norm merklich unterschiedliche Auftretenswahrscheinlichkeiten. Teilt man, der eingangs erwähnten grundlegenden Neubearbeitung der Windlastregeln folgend, den Anwendungsbereich von DIN 1055 Teil 4 in 4 Windgeschwindigkeitszonen, so tritt dieser Bezugswert nach neueren Untersuchungsergebnissen des Deutschen Wetterdienstes in Zone I einmal in 50 Jahren, in Zone II einmal in 10 Jahren, in Zone III einmal pro Jahr und in Zone IV zehnmal pro Jahr auf. Diese Windgeschwindigkeitszonenkarte ist im Anhang A zu DIN 1056, Ausgabe Oktober 1984, Freistehende Schornsteine in Massivbauart; Berechnung und Ausführung, als Bestandteil des DIN-Normwerkes veröffentlicht worden.

Das Windmodell von DIN 1055 Teil 4 ist in allen seinen Teilen eine derart vereinfachende Darstellung, daß die schärfere Erfassung bestimmter Einzelheiten kaum zu einer genaueren Beschreibung der Windlast insgesamt führen dürfte. Für wirklichkeitsnähere Ansätze muß generell auf die Grundlagen der modernen Windlasttheorie zurückgegriffen werden.

Für Bauwerke, bei denen neben der Eigenlast die Windlast das Bemessungsergebnis wesentlich bestimmt, werden die Angaben der vorliegenden Norm nicht als ausreichende Grundlage zur Erfassung der Windwirkungen im Rahmen von Sicherheitsnachweisen angesehen. Die Windlastregeln für derartige Baukonstruktionen, z. B. Antennentragwerke und freistehende Kamine, enthalten genauere Ansätze, die vor allem den bei gleicher Auftretenswahrscheinlichkeit unterschiedlichen Bezugswerten der Windgeschwindigkeit innerhalb der räumlichen Anwendungsbereiche dieser Regeln und den verschiedenen dynamischen Windwirkungen Rechnung tragen.

Regelwerte, wie sie Tabelle 1 enthält, können insbesondere aus wirtschaftlichen Gründen nicht nach den ungünstigsten Verhältnissen, z. B. besonders exponierten Lagen, ausgelegt werden. Daher mußte wie bisher in Verbindung mit dieser Tabelle 1 darauf hingewiesen werden, daß für Bauwerke, die dem Windangriff besonders stark ausgesetzt sind, ein höherer Berechnungsstaudruck als erforderlich angesehen wird. Da es sich hierbei um die Ausnahmen, d. h. die eben nicht normbaren Fälle handelt, sah sich der Ausschuß außerstande, die hierfür maßgebenden Bedingungen abschließend aufzuzählen. Er hat lediglich als ein Beispiel Bauwerke angeführt, die auf einer das umliegende Gelände steil und hoch überragenden Erhebung stehen.

Die in Abschnitt 5.2.2 genannten und hierzu in Abschnitt 6.3 zahlenmäßig angegebenen aerodynamischen Druckbeiwerte sind über Teilbereiche der Bauwerks Oberfläche räumlich gemittelte Werte. Sie werden daher an einzelnen Stellen dieser Mittlungsbereiche auch überschritten. Bei der Berechnung durch Wind unmittelbar beaufschlagter Einzelbauteile sind die Spitzenwerte zu berücksichtigen. Als Entscheidungshilfe in Zweifelsfällen kann Fußnote 1 herangezogen werden. Während im Druckbereich der Spitzenwert als 1,25facher Mittelwert allgemein beschrieben werden kann, sind im Sogbereich differenzierte Angaben, z. B. für Dach- und Wandbereiche, erforderlich.

Definitionsgemäß können aerodynamische Beiwerte ausschließlich aus Meßergebnissen am umströmten Körper <sup>1)</sup> durch Normierung, d. h. Bezug auf strömungs- und körperspezifische Größen ermittelt werden. Die zahlenmäßigen Ergebnisse hängen also bei ein und derselben Baukörperform noch ab von der Art der Strömung (z. B. turbulenzarme Strömung mit konstantem Geschwindigkeitsprofil oder „Grenzschichtströmungen“ unterschiedlicher Profile und Turbulenzintensitäten) und den zur Normierung herangezogenen Werten der Strömung (z. B.  $q = \frac{\rho \cdot v^2}{2}$  bei turbulenz-

armer Strömung mit konstantem Geschwindigkeitsprofil oder zeitlicher Mittelwert der Anströmgeschwindigkeit in Höhe der Baukörperoberkante bei Messung im „Grenzschichtkanal“). Für die richtige Verwendung aerodynamischer Beiwerte bei der Ermittlung der Windwirkungen auf Bauwerke ist letztlich entscheidend, daß diese Werte wiederum mit den gleichen Größen multipliziert werden, die zu ihrer Normierung gedient haben. Die Definitionen der aus Meßergebnissen in turbulenzarmen Kanälen mit konstantem Geschwindigkeitsprofil ermittelten aerodynamischen Beiwerte im Rahmen von DIN 1055 Teil 4 sind im Ab-

<sup>1)</sup> Vergleiche auch P. Bublitz, Ermittlung der aerodynamischen Lasten an Bauwerken mit Hilfe eines neuen Windkanals, VDI-Berichte Nr 419, 1981, insbesondere S. 97/98.

## DIN 1055 Teil 4

schnitt 2.2 und die damit korrespondierenden Regeln zu ihrer Verwendung bei der Ermittlung von Windwirkungen auf Bauwerke sind im Abschnitt 5.2 angegeben. Um die Norm so kurz wie möglich zu halten, wurden aerodynamische Beiwerte im Abschnitt 6 nur für wichtige Baukörpergrundformen angegeben. In der Entwurfspraxis treten aber auch Baukörperformen auf, deren aerodynamische Beiwerte der Norm weder unmittelbar entnommen, noch über Analogieschlüsse „nach der sicheren Seite“ abgeschätzt werden können. Falls sich vorhandene Ergebnisse von Windkanalmessungen nicht heranziehen lassen, können gezielte Messungen erforderlich werden. Von einer einwandfreien Durchführung der Messungen zur Ermittlung der aerodynamischen Beiwerte nach den Definitionen des Abschnittes 2.2 kann dann ausgegangen werden, wenn diese durch Stellen ausgeführt werden, die im „Arbeitskreis aerodynamische Beiwerte“<sup>2)</sup> zusammenarbeiten. In diesem Arbeitskreis stimmen speziell auf dem Gebiet der Bauwerksaerodynamik tätige Meßstellen und Ingenieure die Durchführung von Messungen und die Umsetzung der Ergebnisse in Lastannahmen ab. Diese Meßstellen haben unter anderem Einzelheiten des Modellaufbaus und der Verfahrensweise bei der Durchführung der Messungen vereinheitlicht und ihre Kanäle anhand von Ringversuchen abgeglichen.

Wird zur Beiwertermittlung auf vorliegende Untersuchungsberichte und Veröffentlichungen zurückgegriffen, sind das angewandte Meßverfahren und die Definition der Beiwerte auf ihre Übereinstimmung mit den Festlegungen von DIN 1055 Teil 4 zu überprüfen. Können diese Angaben dem Untersuchungsbericht bzw. der Veröffentlichung nicht entnommen werden und können sie bei der Meßstelle nicht erfragt werden, werden die Ergebnisse als Grundlagen für Lastansätze nach DIN 1055 Teil 4 grundsätzlich als ungeeignet angesehen.

## **Zu Abschnitt 6: Aerodynamische Beiwerte,**

### **Abschnitt 6.1: Allgemeines**

Die im Abschnitt 6 als Berechnungsgrundlagen zusammengestellten Angaben über aerodynamische Beiwerte hängen nach komplizierten Gesetzmäßigkeiten von einer Vielzahl von Parametern ab. Derartige Parameter sind z. B. beim prismatischen Baukörper die Verhältnisse Länge zu Breite und Breite zu Höhe, die Kantenausbildung: gerundet, scharf, Überstand über die Wände (Dachüberstand) oder Überstand über die Dachfläche (Attika, Brüstung), die Strukturierung der Bauwerks Oberfläche durch Fensternischen, Erker, Balkone, Laubengänge usw. Weitere Parameter sind z. B. die Neigung der Dachfläche und die Anströmrichtung. Bei Körpern mit gekrümmter Oberfläche, z. B. Zylindern, sind wesentliche Parameter die Reynoldszahl und die Oberflächenstrukturierung (Rauigkeit) sowie gegebenenfalls die Streckung. Der Arbeitsausschuß stand vor der Aufgabe, diese Abhängigkeiten im Interesse der einfachen Anwendbarkeit in der Entwurfspraxis stark vereinfacht darzustellen. Hiervon wurde lediglich abgewichen, wenn von Seiten der Anwender der ausdrückliche Wunsch nach detaillierten Darstellungen geäußert worden ist. Bei den Vereinfachungen konnte wiederum nicht so weit gegangen werden, daß grundlegende Zusammenhänge nicht mehr erkennbar waren. Die Angaben der Norm sollten nachvollziehbar und für künftige Meßergebnisse „anschließbar“ gehalten werden.

Bei der Aufstellung der Beiwertsammlung ging der Arbeitsausschuß von folgenden Untersuchungsberichten aus:

1. Landesgewerbeanstalt Bayern, Aerodynamische Untersuchungsstelle für bauliche Anlagen (R. Frimberger und P. Schnabel): Zusammenstellung von Rechnungsangaben aerodynamischer Beiwerte für prismatische Baukörper

2. R. Franke: Widerstandsbeiwerte für Vollwandträger und Fachwerke
3. W. Pieckert: Aufstellung von Regeln für aerodynamische Beiwerte, insbesondere für Baukörper mit gekrümmten Oberflächen.

Mit diesen Untersuchungen wurden die in den betreffenden Bereichen weltweit vorliegenden Meßergebnisse erfaßt. Zusätzlich wurden durch gezielte Messungen widersprüchliche Angaben geklärt und Lücken geschlossen. Zu diesen Arbeiten zählen:

Landesgewerbeanstalt Bayern, Aerodynamische Untersuchungsstelle für bauliche Anlagen (R. Frimberger und P. Schnabel):

1. Strömungstechnische Untersuchungen zur Ermittlung aerodynamischer Beiwerte für prismatische Baukörper
2. Aerodynamische Beiwerte für Gebäude im Gebäudeverband
3. Windlasten für prismatische Baukörper mit rauher Oberfläche
4. Messung von Sogbeiwerten in windparallelen Flächen prismatischer Baukörper in Abhängigkeit von den maßgebenden Parametereinflüssen
5. Windkanaluntersuchungen zur Überprüfung der Anwendbarkeit des Spiegelanalogons bei der Ermittlung der Streckung von Baukörpern.

R. Frimberger und P. Schnabel: Windkanaluntersuchungen zur Ermittlung der aerodynamischen Kraftbeiwerte für 1- und 2geschossige Gebäude mit unterschiedlichen Dachformen.

C. Kramer und H. J. Gerhardt: Windlast auf Flachdächern. Bundesbaublatt 26, 1977, S. 496–499.

W. Pieckert: Windkanalmessungen an kreiszylindrischen Körpern.

In einigen Einzelfragen lagen nicht nur merklich streuende Meßergebnisse, sondern auch unterschiedliche Auffassungen über deren Interpretation vor. Der Arbeitsausschuß hatte erhebliche Zeit und Mühe aufzuwenden, um den nun in der Norm erreichten Ausgleich herbeizuführen. Insofern sind die Angaben der Norm mehr als eine bloße Zusammenstellung oder Wiedergabe aerodynamischer Meßergebnisse, wie sie auch guten Fachbüchern oder Forschungsberichten entnommen werden können.

Kraft- wie Druckbeiwerten liegen – mit Ausnahme der Angaben über Flaggen im Abschnitt 6.2.8 – Messungen an Modellen mit starrer und winddichter Oberfläche zugrunde. Diese Ergebnisse sind daher nicht ohne weiteres auf Baukonstruktionen mit anderen Eigenschaften, z. B. Zelte, anwendbar. Die Messungen wurden entsprechend den Definitionen des Abschnittes 2.2 ausschließlich in normalen Windkanälen mit geringer Turbulenz und praktisch stationärer homogener Anströmung über den Kanalquerschnitt durchgeführt. Der Arbeitsausschuß hat sich hierfür entschieden, weil in ausreichender Zahl zuverlässige Meßergebnisse nur vorliegen, soweit sie nach diesem Verfahren ermittelt wurden, und weil er mehrheitlich der Auffassung ist, daß das Messen in sogenannten Grenzschichtkanälen zumindest zur Zeit noch nicht normbar ist.

„Reibungskräfte“ aus Wind können bei der Untersuchung baulicher Anlagen generell vernachlässigt werden. Es wird im Abschnitt 6.1 lediglich darauf hingewiesen, daß in besonderen Fällen, z. B. bei in Längsrichtung über- und unterströmten freistehenden langen Platten, eine Berücksichtigung erforderlich werden kann. Der Arbeitsausschuß hält dies zum Beispiel bei langen freistehenden Dächern, z. B.

<sup>2)</sup> Auskunft über die im „Arbeitskreis aerodynamische Beiwerte“ zusammenarbeitenden Stellen erteilt das Institut für Bautechnik, Berlin.

Bahnsteigüberdachungen, für zutreffend. In derartigen Fällen lassen sich Reibungsbeiwerte analog zum Kraftbeiwert wie folgt definieren:

$$c_{fr} = \frac{W_{fr}}{q \cdot A}$$

Dabei ist  $W_{fr}$  die Windlastresultierende aller Reibungskräfte,  $q$  der Staudruck und  $A$  die überströmte Fläche als Bezugsfläche. Als Anhalt wurden für verschiedene Oberflächenrauigkeiten Werte des Reibungsbeiwertes angegeben.

Die Ausführungen des dritten Absatzes sollen als warnender Hinweis darauf verstanden werden, daß die Ermittlung des Gesamtwiderstandes eines aus Einzelbaukörpern zusammengesetzten Körpers als Summe der Widerstände der Einzelkörper auch zu Fehlergebnissen führen kann. Als anschauliches Beispiel sei der Widerstand eines Gitters aus zylindrischen Stäben angeführt. Dieser wird sicherlich falsch ermittelt als Summe der Widerstände der einzelnen Stäbe, aus denen sich das Gitter zusammensetzt. Es kommen hinzu die Interferenz-Widerstände der Stabkreuzungspunkte (Knoten) sowie je nach Gitterdicke der Interferenz-Widerstand der Stäbe untereinander. Je nach Gitterdicke kann die Summe der Interferenz-Widerstände die Summe der Einzelstab-Widerstände merklich übersteigen. In bestimmten Fällen kann sich die Interferenz auch günstig auf den Gesamtwiderstand auswirken.

Durch Baukörpergruppierungen können Spitzenwerte der Druck-Sog-Verteilung merklich erhöht werden. Z. B. kann der Spitzensog an den „Innenflächen“ dicht beieinander stehender prismatischer Baukörper, d. h. an den einander zugewandten Wandflächen, gegenüber dem Wert beim freistehenden Baukörper merklich anwachsen. Es kann jedoch im allgemeinen davon ausgegangen werden, daß Druck- bzw. Sogerhöhungen bei Baukörpergruppierungen durch die Höhe des anzusetzenden Berechnungsstaudrucks als abgedeckt angesehen werden können und zusätzliche Untersuchungen nicht erforderlich sind.

## Zu Abschnitt 6.2: Kraftbeiwerte $c_f$ ,

### Abschnitt 6.2.1: Von ebenen Flächen begrenzte Baukörper, ab Geländeoberfläche allseitig geschlossen

Angeichts der vielen in der Baupraxis auftretenden Bauwerksgrundrisse wurde davon Abstand genommen, für verschiedene Grundrißformen Kraftbeiwerte anzugeben. Lediglich der Rechteckgrundriß und als Sonderfall das Quadrat wurden durch je einen Kraftbeiwert erfaßt, der bis zu einem Streckungsverhältnis  $h/a \leq 5$  bzw.  $h/b \leq 5$  als ausreichend angesehen wird. Die Kraftbeiwerte anderer Grundrißformen können mit Hilfe dieser Angabe abgeschätzt werden, indem ein umschriebenes Rechteck zugrunde gelegt wird. Es ist davon auszugehen, daß infolge der Böentätigkeit des natürlichen Windes die Windlastresultierende bezogen auf die vertikale Körperachse auch mit einer gewissen Ausmitte angreifen kann, die mit einem Zehntel der Bauwerksabmessungen abgeschätzt wurde. Der Kraftbeiwert von Punkthochhäusern mit beliebigem Grundriß läßt sich für die Proportionen  $2,5 \leq h/r \leq 10$  folgendermaßen abschätzen:

$$\max c_f \approx \frac{3}{4} \cdot \left( 2 - \frac{V}{\pi \cdot r^2 \cdot h} \right)$$

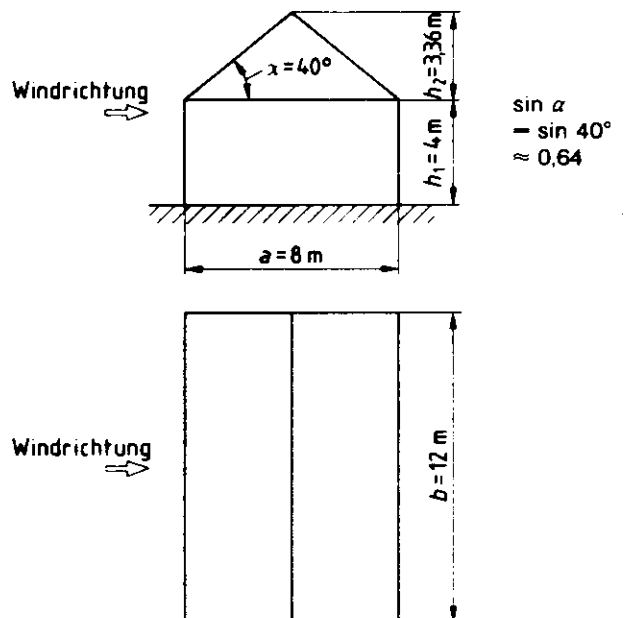
wobei  $V$  das Volumen des Punkthochhauses,  $r$  der Radius des kleinsten das Punkthochhaus umhüllenden Zylinders und  $h$  die Bauwerkshöhe ist. Die Bezugsfläche  $A$  ist die Ansichtsfläche des kleinsten das Punkthochhaus umhüllenden Zylinders mit dem Radius  $r$ . Das ungünstigste Grundrißmoment (Torsionsmoment um die Längsachse) mit der vorgeannten Bezugsfläche und dem Mittelpunkt des zugehörigen Kreisquerschnittes als Drehpunkt kann aus Grundrißausmitte und größter Windlast ermittelt werden.

Dabei ist die bezogene Grundrißausmitte

$$\frac{c_M}{\max c_f} = \frac{1}{3} \cdot \left( 1 - \frac{V}{\pi \cdot r^2 \cdot h} \right)$$

Bei gedungenen Hochhausgrundrissen mit der kleinsten Ansichtsweite  $\min a > r$  ist die größte Gesamtwindlast in der ungünstigsten Wirkung auf die Aussteifungselemente anzusetzen. Bei schlanken Hochhausgrundrissen, deren Schmalseite  $a \leq r$  ist, darf die Gesamtwindlast getrennt in zwei Richtungen, und zwar in voller Größe normal zur größten Ansichtsfläche und mit dem halben Wert tangential zu dieser Ansichtsfläche angesetzt werden<sup>3)</sup>.

Für gedrungene Baukörper ergeben sich in Abhängigkeit von den Proportionen auch merklich geringere Kraftbeiwerte. Hierzu zählen Wohngebäude bis zu zwei Vollgeschossen mit üblichen Geschoßhöhen. Für diese Baukörper darf der Kraftbeiwert des Dachkörpers bei um den Winkel  $\alpha$  gegen die Horizontale geneigten Dachflächen durch Multiplikation der angegebenen Beiwerte mit  $\sin \alpha$  ermittelt werden. Dieses ergibt im folgenden Beispiel:



$$\begin{aligned} W &= (1,3 \cdot h_1 \cdot b + 1,3 \cdot \sin \alpha \cdot h_2 \cdot b) \cdot q \\ &= (1,3 \cdot 4 \cdot 12 + 1,3 \cdot 0,64 \cdot 3,36 \cdot 12) \cdot q \\ &= (62,4 + 33,55) \cdot q \\ W &= 95,95 \cdot q \approx 96 q \end{aligned}$$

Bild 16. Beispiel für den Ansatz des Kraftbeiwertes bei geneigten Dachflächen

Die Ermittlung des Gesamtwiderstandes als Summe der Widerstände des Dachkörpers und des Geschoßkörpers wurde im obigen Fall experimentell als zutreffend nachgewiesen.

## Zu den Abschnitten

6.2.2: Zylindrische und ähnliche Baukörper mit Kreisquerschnitt, allseitig geschlossen,

6.2.4: Stäbe aus I-, L-, T- und I-Profilen,

6.2.5: Stäbe mit polygonalem Querschnitt und

6.2.6: Ebene und räumliche Fachwerke (Fachwerkquerschnitt quadratisch oder gleichseitiges Dreieck)

Ist die Abmessung eines Baukörpers (Gesamtbauwerk wie Bauteil) in einer Richtung deutlich größer als in den beiden

<sup>3)</sup> Siehe K. H. Schneider: Zur Gesamtwindlast von Punkthochhäusern; Beton- und Stahlbetonbau, Heft 11/1976, S. 266 ff.; Verlag W. Ernst & Sohn

## DIN 1055 Teil 4

anderen Richtungen, so hängt bei Anströmung senkrecht zur Körperachse der mit dem Kraftbeiwert erfaßte Gesamtströmungswiderstand des Baukörpers merklich von der Form der Strömung um die Körperenden und deren anteiligem Einfluß auf die Gesamtumströmung ab. Ein „querschnitts-spezifischer“ Kraftbeiwert läßt sich also nur dann angeben, wenn der Einfluß einer derart „räumlichen“ Umströmung der Stabenden ausgeschlossen wird und von einer „ebenen“ (zweidimensionalen) Umströmung des Querschnitts ausgegangen werden kann. Eine derartige Umströmung liegt vor, wenn der Körper aerodynamisch als unendlich lang angesehen werden kann. Experimentell wird diese Bedingung am Modell erfüllt, indem durch Anbringen ausreichend großer Endscheiben senkrecht zur Körperachse eine räumliche Umströmung der Stabenden verhindert wird. Eine räumliche Strömung am Ende des Körpers verringert den Gesamtströmungswiderstand demgegenüber. Dementsprechend nimmt die Abminderung mit der Zahl der freiumströmten Körperenden (ein oder zwei) und mit abnehmendem Verhältnis Körperlänge zu maßgebender Querschnittsabmessung zu. Dieses wurde bei den betreffenden Kraftbeiwerten erfaßt, indem die Beiwerte mit einem Abminderungsfaktor  $\psi$  multipliziert sind, der von der Lage des Körpers und seiner Streckung abhängt. Diese Zusammenhänge waren zu berücksichtigen bei den Kraftbeiwertangaben für zylindrische Körper (siehe Abschnitt 6.2.2), Profilstäbe aller Art (siehe Abschnitt 6.2.4), polygonale Stäbe (siehe Abschnitt 6.2.5) und Fachwerke (siehe Abschnitt 6.2.6). Die Streckungsabhängigkeiten dieser Baukörper sind nicht identisch. Sie sind jedoch soweit ähnlich, daß sie aus baupraktischer Sicht vereinfacht durch eine einzige Kurve im Bild 14 für den Völligkeitsgrad  $\phi = 1$  erfaßt wurden. Im selben Bild 14 konnte außerdem noch für Fachwerke der Einfluß der Völligkeit angegeben werden. In Tabelle 16 wurden – ausgehend von den nach dem „Spiegelanalogon“ sich ergebenden Streckungswerten – Korrekturen unter Berücksichtigung der im natürlichen Wind auftretenden Korrelationslängen der Böenwindgeschwindigkeiten vorgenommen. Dieses schlägt sich in einer Verringerung und Begrenzung der Streckung für Baukörper mit größeren Längen als 50 m nieder.

Abgesehen von besonderen Ausnahmen hat der vereiste Zylinder gegenüber dem unvereisten eine größere Oberflächenrauigkeit. Die sich hieraus ergebende Erhöhung des Kraftbeiwertes kann anhand des Bildes 2 abgeschätzt werden. Bei Fachwerken mit Rundstäben (siehe Abschnitt 6.2.6) treten analoge Verhältnisse auf.

#### Zu Abschnitt 6.2.4: Stäbe aus I-, L-, T- und I-Profilen

In der Definitionsgleichung des Kraftbeiwertes

$$c_f = \frac{F_{\text{meß}}}{q_{\text{meß}} \cdot A}$$

kann man die Bezugsfläche  $A$  als körperspezifische Größe aufgrund von Zweckmäßigkeitserwägungen frei wählen. Häufig wird wegen der Anschaulichkeit die Projektionsfläche des Körpers auf eine Fläche senkrecht zur Anströmrichtung gewählt, die dann auch als „Windangriffsfläche“ bezeichnet wird. In der Beiwertsammlung ist die zum Kraftbeiwert  $c_f$  gehörende Bezugsfläche  $A$  in einer besonderen Spalte angegeben. Für Profilstäbe werden unabhängig von der Anströmrichtung grundsätzlich die Profilbreite  $d$  multipliziert mit der Stablänge  $l$  als Bezugsfläche festgelegt. Darauf ist vor allem bei der Ermittlung von  $c_{fz}$ , d. h. bei Anströmung in  $z$ -Richtung, zu achten. Die Koordinatenorientierung für Stäbe wurde nach DIN 1080 Teil 1 gewählt. Damit wurde berücksichtigt, daß bei Berechnungen, insbesondere bei Computerberechnungen, die Stabachse immer  $x$ -Achse ist.

#### Zu Abschnitt 6.2.6: Ebene und räumliche Fachwerke (Fachwerkquerschnitt quadratisch oder gleichseitiges Dreieck)

Die Angaben in Tabelle 8, lfd. Nr 2, gelten zunächst für Kreiszylinderrohre ohne Knotenbleche. Hierauf beziehen sich auch die Angaben über den Völligkeitsgrad. Liegen derartige Fachwerke mit Knotenblechen vor, darf näherungsweise der Völligkeitsgrad unter Einbeziehung der Knotenblechfläche zugrunde gelegt werden und der auf die Knotenbleche entfallende Windlastanteil als Zuschlag mit dem Kraftbeiwert  $c_f = 1,6$  ermittelt werden.

#### Zu Abschnitt 6.3: Druckbeiwerte $c_p$

Für die Druck- und Sogverteilung an Baukörpern sind in der Literatur unterschiedliche Darstellungen zu finden. Überwiegend werden folgende Darstellungsmöglichkeiten benutzt:

- Es werden Pfeile und nur positive Zahlenwerte angegeben. Druck und Sog sind an der Stellung der Pfeilspitzen zur Bauwerksfläche erkennbar.
- Es werden positive und negative Zahlenwerte mit folgender Definition verwendet:

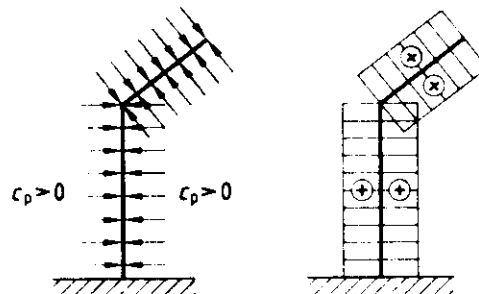


Bild 17. Druck

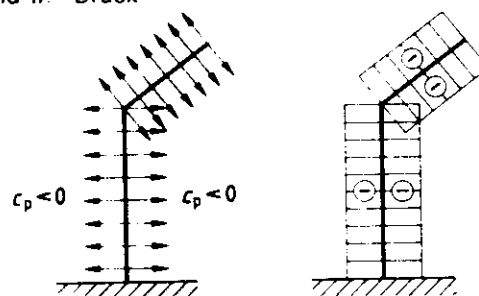


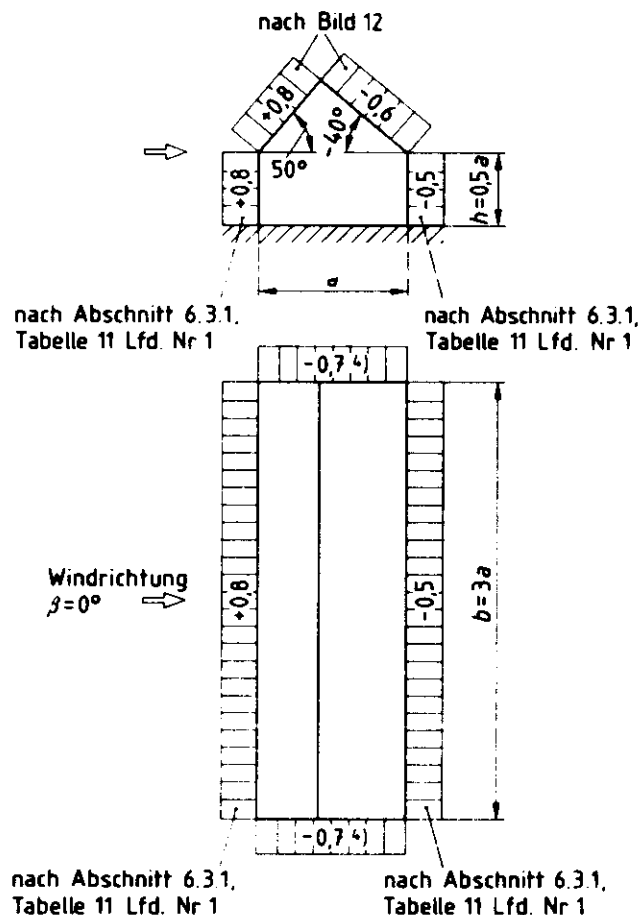
Bild 18. Sog

Da bei Berechnungsgrundlagen die einfache rechen-technische Weiterverarbeitbarkeit Vorrang haben muß, werden in der Beiwertsammlung positive oder negative Zahlenwerte angegeben, wobei  $c_p > 0$  Druck und  $c_p < 0$  Sog bedeutet.

#### Zu Abschnitt 6.3.1: Allseitig geschlossene prismatische Baukörper mit Sattel-, Pult- oder Flachdach

Wohl die einfachste Baukörperform ist der Rechteckgrundriß mit Sattel-, Pult- oder Flachdach. Bereits bei diesen einfachen Verhältnissen hängen die Windwirkungen von vielen Parametern ab. Der Ausschuß war bestrebt, gerade für diese häufige Baukörperform – hier als „prismatischer Baukörper“ bezeichnet – die Beiwertangaben soweit als irgend vertretbar zu vereinfachen. So wurden die über Bauwerksteilflächen gemittelten Beiwertangaben „geglättet“ (z. B. für Dächer das im Bereich der Neigungswinkel  $\alpha$  von 15° bis 25° liegende Maximum der gemittelten Sogwerte), so daß für Windwinkel  $\beta$  von –75° bis +40° einheitlich mit einem Sogbeiwert von  $c_p = -0,6$  gerechnet werden kann. Neu ist, daß in einem Bereich der Dachneigung  $\alpha$  von 25° bis 40° entweder Druck oder Sog anzusetzen ist, je nachdem, welcher Wert das ungünstigere Bemessungsergebnis liefert.

Für prismatische Baukörper unterschiedlicher Proportionen wurden die Druckbeiwerte getrennt nach Luv, Lee, windparallelen Wandflächen und Dachflächen angegeben, so daß die Werte für eine bestimmte Baukörperform leicht entnommen werden können. Hierfür wird folgendes Beispiel angegeben:



Örtliche Sogspitzen ergeben sich nach Abschnitt 6.3.1, Tabelle 11, lfd. Nr. 2 und lfd. Nr. 3.

Bild 19. Beispiel für prismatische Baukörper

4) Nach Abschnitt 6.3.1, Tabelle 11, lfd. Nr. 1, darf zwischen

$$c_p = -0,7 \text{ für } \frac{h}{a} = 0,5$$

und

$$c_p = -0,5 \text{ für } \frac{h}{a} = 0,25$$

linear interpoliert werden; z. B. ergibt sich für

$$\frac{h}{a} = 0,4 : c_p = 0,62 \approx 0,6$$

Die Schadensentwicklung der letzten Jahrzehnte hat gezeigt, daß zusätzlich zu den gemittelten Sogwerten auch auf Teilbereiche bezogene Spitzensogbeiwerte berücksichtigt werden müssen, insbesondere zur Lagesicherheitsuntersuchung von Bauteilen mit kleinen Lasteinflußflächen in der Bauwerksoberfläche. Die Breite der Bereiche mit Spitzensogwerten beträgt im Wand- wie im Dachbereich etwa  $a/8$ . Für Dächer von Wohn- und Bürogebäuden und von geschlossenen Hallen mit  $a \leq 30$  m sowie generell für Wände wurde dieser Bereich unter baupraktischen Erwägungen auf 2 m Breite begrenzt. Falls bei Inanspruchnahme dieser Erleichterung der bei  $a = 30$  m auftretende Sprung der Breite des Randbereiches als störend angesehen wird, kann zwischen den Breiten 2 m bei  $a = 28$  m und 3,75 m bei  $a = 30$  m linear interpoliert werden.

Für Dächer wurde die bisherige Regelung der „Ergänzenden Bestimmungen“ beibehalten, wobei allerdings nunmehr Gesamtwerte für die Sogspitzen angegeben sind. Für Flachdächer ( $\alpha$  bis ungefähr  $8^\circ$ ) wurden zusätzliche, mehr ins Einzelne gehende Regelungen angegeben. Dabei wurden die Einflüsse einer Attika nicht erfaßt, da diese im starken Maße von den Parametern Gebäudelänge, -breite, -höhe, Attikahöhe, -tiefe, Anströmrichtung und den Verhältnissen dieser Parameter zueinander abhängig sind. Der Arbeitsausschuß hat diesen Sachverhalt als zur Zeit nicht normbar angesehen. Die Ausbildung einer Attika wirkt sich im allgemeinen günstig auf die örtlichen Sogspitzen aus, d. h. es sind niedrigere Werte zu erwarten. Bei bestimmten Parameterkombinationen können sich die Windlasten allerdings auch erhöhen.

Die für Gebäudeseitenwände angegebenen Sogbeiwerte, insbesondere die Spitzenwerte, gelten für „winddichte“ Fassadenausbildungen. Bei vorgehängten Fassadenelementen, d. h. sogenannten hinterlüfteten Fassaden, ändern sich die Verhältnisse, insbesondere an den Bauwerkskanten. Zu den Ursachen der hier gelegentlich aufgetretenen Schäden zählen vermutlich auch Schwingungen, die durch die Turbulenz der Grenzschicht am Bauwerk angeregt werden. Bis zum Vorliegen genauerer Erkenntnisse können mit den angegebenen Spitzensogwerten auch diese Wirkungen bei „hinterlüfteten Fassaden“ abgedeckt werden.

Auch über die Verteilung des Drucks bzw. Sogs auf die hinterlüftete Fassade einerseits und die diese tragenden Teile des Bauwerks andererseits konnte nichts Allgemeingültiges angegeben werden. Es empfiehlt sich, bei der Bemessung dieser Bauteile jeweils den vollen Druck bzw. Sog anzusetzen.

#### Zu Abschnitt 6.3.2: Seitlich offene prismatische Baukörper

Die Umströmung freistehender Dächer wird bei einer Versperrung des Raumes unter dem Dach, z. B. durch Fahrzeuge oder Lagergüter, durch den Grad der Versperrung entscheidend beeinflusst. Mögliche Formen der Versperrung sind daher bei der Windlastermittlung zu berücksichtigen.

#### Zu Abschnitt 6.3.3 Kreiszyindrische Baukörper

Die Druckverteilung am zylindrischen Baukörper wurde in Analogie zu den Angaben über den Kraftbeiwert zylindrischer Baukörper nach Abschnitt 6.2.2 in Abhängigkeit von der Reynoldszahl und dem Streckungseinfluß angegeben. Der Streckungseinfluß wird über den Abminderungsfaktor  $\psi$  erfaßt.

#### Internationale Patentklassifikation

E 04 B 1/00  
E 04 B 1/98

23239

**Bauteile, die gegen Absturz sichern**

RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr  
v. 11. 12. 1986 – V B 1 – 510.110

- 1 Die ETB-Richtlinie  
„Bauteile, die gegen Absturz sichern“, Ausgabe Juni 1985,  
wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als technische Baubestimmung  
bauaufsichtlich eingeführt.

**Anlage**

- Die ETB-Richtlinie ist als Anlage abgedruckt.
- 2 Bei Anwendung der ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“, Ausgabe Juni 1985, ist  
folgendes zu beachten:  
Bei Verwendung von Glas ist eine zusätzliche Sicherung gegen Absturz vorzusehen.
  - 3 Der RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung v. 22. 3. 1985 (MBL NW. S. 942/SMBL  
NW. 2323) erhält folgende Ergänzungen bei
- 3.1 Sonstige Bestimmungen:  
„Richtlinie Bauteile, die gegen Absturz sichern“
  - 3.2 Abschnitt 10:  
Spalte 1: –  
Spalte 2: Juni 1985  
Spalte 3: Bauteile, die gegen Absturz sichern  
Spalte 4: 11. 12. 1986  
Spalte 5: MBL NW. S. 103/SMBL NW. 23239  
Spalte 6: x

**ETB-Richtlinie**  
**„Bauteile, die gegen Absturz sichern“**

Fassung Juni 1985

**1 Allgemeines**

Nichttragende Bauteile, die nicht zur Gebäudeaussteifung herangezogen werden und außer ihrer Eigenlast nur auf ihre Fläche wirkende Lasten aufnehmen und auf andere Bauteile abtragen, haben neben bauphysikalischen Aufgaben auch die Aufgabe, den von ihnen umschlossenen Raum oder Raumabschnitt so zu sichern, daß Personen und Gegenstände, die auf diese Bauteile einwirken, nicht durch deren vorzeitigen Bruch gefährdet werden.

Solche nichttragenden Bauteile haben eine Sicherungsfunktion gegen Absturz.

Die Richtlinie ist anzuwenden bei Bauteilen, die einen Höhenunterschied zwischen Verkehrsflächen von mehr als 1 m sichern.

Sie gilt nicht für Bauteile, die in DIN 4103 Teil 1 behandelt werden.

Für Bauteile, die aus Erfahrung ausreichend sicher beurteilt werden können, braucht ein Nachweis der Stoßbelastung nach Abschnitt 3.2 dieser Richtlinie nicht geführt zu werden.

**2 Einbaubereich**

Für die in Abschnitt 3 beschriebenen Beanspruchungen werden zwei Einbaubereiche unterschieden:

Einbaubereich 1:

Raumabschließende Bauteile, Brüstungen, Umwehrungen und dergleichen in Bereichen mit geringer Menschenansammlung, wie sie z. B. in Wohnungen, Hotel-, Büro- und Krankenzimmern und ähnlich genutzten Räumen einschließlich der Flure vorausgesetzt werden muß.

Einbaubereich 2:

Raumabschließende Bauteile, Brüstungen, Umwehrungen und dergleichen in Bereichen mit großer Menschenansammlung, wie sie z. B. in größeren Versammlungsräumen, Schulräumen, Hörsälen, Ausstellungs- und Verkaufsräumen und ähnlich genutzten Räumen vorausgesetzt werden muß.

**3 Beanspruchungen und Nachweise**

**3.1 Horizontale, statische Lasten**

Als horizontale Lasten (Linienlasten) sind anzusetzen im Einbaubereich 1:

$p_1 = 0,5 \text{ kN/m}$  in 0,90 m Höhe vom Fußboden,

im Einbaubereich 2:

$p_2 = 1,0 \text{ kN/m}$  in 0,90 m Höhe vom Fußboden.

Bei Geländern ist die jeweilige Last  $p_1$  und  $p_2$ , auch dann in Holmhöhe anzusetzen, wenn diese von 0,90 m abweicht. Der rechnerische Nachweis darf durch Versuche ersetzt werden. Im Versuch ist die Bruchlast zu bestimmen. Der maßgebende Wert  $F_{\text{Versuch}}$  der Bruchlast aus den Versuchen (s. Abschnitt 4) muß um den Sicherheitsfaktor 1,5 größer als die Gebrauchslast sein.

Mit Bruch wird hier derjenige Zustand bezeichnet, bei dem eine Laststeigerung nicht mehr möglich ist, oder bei dem Bereiche des Bauteils soweit zerstört sind, daß dann die Sicherungsfunktionen gegen Absturz nicht mehr gegeben ist.

Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern.

Der Nachweis ausreichender Biegegrenztragfähigkeit streifenförmig unterstützter Beplankung oder ausgesteifter Deckflächen ist jedoch nur für die horizontalen Streifenlasten zu führen (s. Abschnitt 3.3).

**3.2 Stoßartige Belastung**

**3.2.1 Anforderungen**

Bauteile in den Einbaubereichen 1 und 2 dürfen sowohl bei weichen als auch bei harten Stößen nicht insgesamt zerstört oder örtlich durchstoßen werden.

Es sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- a) Die Standsicherheit der Bauteile muß erhalten bleiben.
- b) Das Bauteil darf nicht aus seiner Halterung herausgerissen werden.
- c) Bruchstücke, die Menschen ernsthaft verletzen können, dürfen nicht herabfallen.
- d) Das Bauteil darf von den nachfolgend definierten Lasten in seiner gesamten Dicke nicht durchstoßen werden.

**3.2.2 Weicher Stoß**

**3.2.2.1 Allgemeines**

Der weiche Stoß ist an der Stelle wirkend zu denken, mit der als Aufprallstelle der Stoß im Bauteil die ungünstigste Biegebeanspruchung erzeugt. Eine Überlagerung mit anderen Lastfällen ist nicht erforderlich.

Der Nachweis einer ausreichenden Widerstandsenergie des gestoßenen Bauteils darf auf folgende Weise geführt werden:

- a) rechnerisch, wenn für den Baustoff die Spannungs-Dehnungsline bekannt ist (vgl. Abschnitt 3.2.2.1),

- b) durch Biegeversuche, wenn die Spannungs-Dehnungslinie für den Baustoff unbekannt ist oder ein möglichst wirklichkeitsnahes Verhalten ermittelt werden soll (vgl. Abschnitt 3.2.2.2.2, 1. Absatz),  
 c) durch Stoßversuche (vgl. Abschnitt 3.2.2.2.2, 2. Absatz).

Der weiche Stoß darf vereinfachend als quasi-statischer Lastfall zur Beurteilung des Verhaltens des gesamten Bauteils mit einer einwirkenden Energie von

$$E_{\text{Basis}} = 100 \text{ Nm} \quad (1)$$

entsprechend einer wirksamen Stoßkörpermasse von 50 kg und einer Aufprallgeschwindigkeit von 2,0 m/s angesetzt werden.

Dem beim gedachten Stoß in das Bauteil übertragenen Energieanteil  $\alpha' \cdot E_{\text{Basis}}$  steht die Widerstandsenergie  $E_R$  (Arbeitsvermögen) des Bauteils entgegen. Es ist zu fordern:

$$E_R \geq \alpha' \cdot E_{\text{Basis}} \quad (2)$$

Hierin bedeutet:

$\alpha'$  = Stoßübertragungsfaktor nach Tabelle 1, Abhängig von der mitschwingenden Masse  $m$  des gestoßenen Bauteils.

Bei 50 kg wirkender Stoßkörpermasse wurde angesetzt:

$$\alpha' = 200 \cdot m / (50 + m)^2 \text{ für } m > 50 \text{ kg} \quad (3)$$

**Tabelle 1 ( $\alpha'$ -Werte)**

| m (kg)    | ≤ 50 | 75   | 100  | 150  | 200  | 300  | 400  |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\alpha'$ | 1,0  | 0,96 | 0,89 | 0,75 | 0,64 | 0,49 | 0,40 |

Die mitschwingende Masse  $m$  der Bauteilart, ausgedrückt in kg, darf mit Hilfe nachstehender Methoden festgelegt werden:

- a) Rechnerische Abschätzung von  $m$

$$m = \lambda \cdot m_t \quad (4)$$

mit  $m_t$  = Gesamtmasse des Bauteils und  $\lambda$  = Massenfaktor, der bei einem Stoß in Platten- oder Balkenmitte bzw. auf das freie Ende eines auskragenden Bauteils die Werte der Tabelle 2 annimmt.

**Tabelle 2 ( $\lambda$ -Werte)**

| Auflagerbedingungen                                                                           | $\lambda$               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Balken auf zwei Stützen                                                                       | 0,50                    |
| Kragbalken                                                                                    | 0,24                    |
| quadratische Platte mit Lagerung an den vier Eckpunkten                                       | 0,29                    |
| rechteckige Platte mit vierseitiger gelenkiger Lagerung, Seitenverhältnis $1 \leq a/b \leq 3$ | $0,2 \frac{6 - a/b}{5}$ |
| quadratische, vierseitig eingespannte Platte                                                  | 0,12                    |
| Elementausschnitt, der auf seinen beiden gegenüberliegenden Seiten lagert <sup>1)</sup>       | 0,50                    |
| Elementausschnitt, der auskragt <sup>1)</sup>                                                 | 0,24                    |

<sup>1)</sup> Wenn die aufgelagerte bzw. die eingespannte Seite länger ist als die senkrecht dazu verlaufende freie Seite, darf als  $m_t$  höchstens die Gesamtmasse eines quadratischen Ausschnittes berücksichtigt werden.

- b) Ermittlung von  $m$  durch Versuche

$$m = c \cdot (T/2\pi)^2 \quad (5)$$

wobei hier zu verstehen ist unter  $c$  = Anfangssteifigkeit des Probekörpers in N/m, wenn dieser einem Biegeversuch mit einer an der gedachten Stoßstelle wirkenden Einzellast unterworfen wird.

$T$  = Eigenschwingungsdauer desselben Probekörpers im ursprünglichen Zustand, ausgedrückt in s.

In den Sonderfällen von Bauteilen mit großer Steifigkeit und nicht großer mitschwingender Masse liegen die Werte für  $\alpha'$  in der Tabelle 1 weit auf der sicheren Seite.

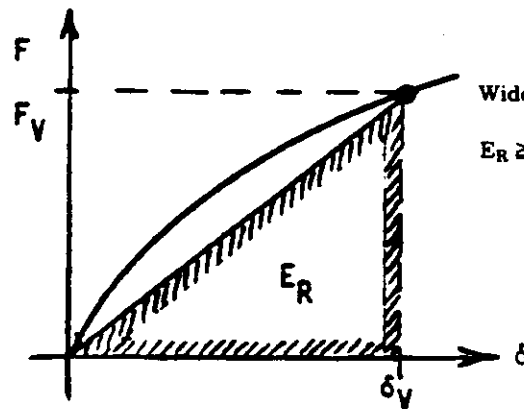
Zutreffendere Werte können nach dem in [1] Abschnitt 3.2 angegebenen Verfahren ( $\alpha' = E_A/E_B$ ) ermittelt werden.

## 3.2.2.2 Ermittlung der Widerstandsenergie

## 3.2.2.2.1 Rechnerischer Nachweis

Liegt die Annahme einer Linearisierung der Abhängigkeit zwischen Einzellast und Durchbiegung des Bauteils im Hinblick auf die Größe seiner Widerstandsenergie auf der sicheren Seite, genügt jeweils folgender Nachweis:

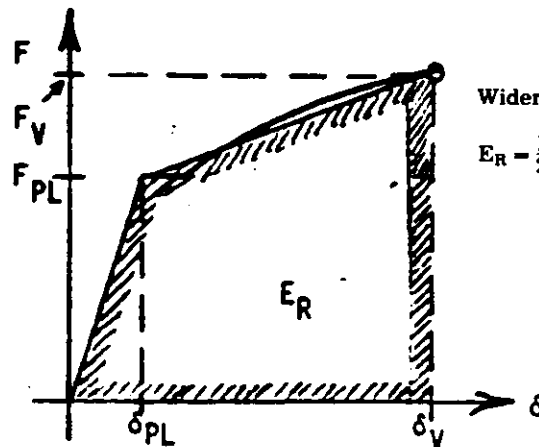
## a) einfach-linearer Zusammenhang



Widerstandsenergie des gestoßenen Bauteils:

$$E_R \geq \frac{1}{2} \cdot F_V \cdot \delta_V \quad (6)$$

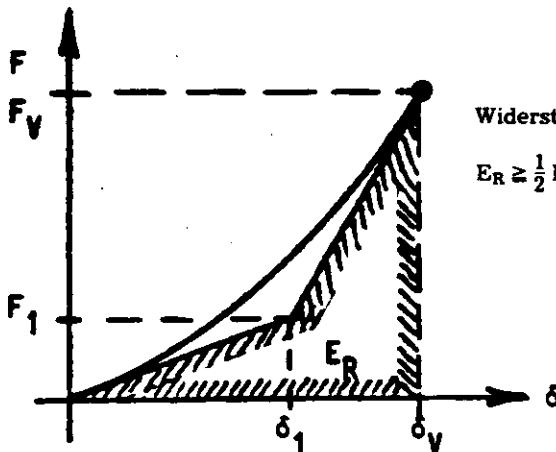
## b) bilinearer Zusammenhang



Widerstandsenergie des gestoßenen Bauteils:

$$E_R = \frac{1}{2} F_{PL} \left[ \delta_V + \frac{F_V}{F_{PL}} (\delta_V - \delta_{PL}) \right] \quad (7)$$

## c) andere Zusammenhänge



Widerstandsenergie des gestoßenen Bauteils:

$$E_R \geq \frac{1}{2} F_V \left[ (\delta_V - \delta_1) + \frac{F_1}{F_V} \cdot \delta_V \right] \quad (8)$$

$$\text{Allgemein gilt: } E_R = \int_0^{\delta_V} F \cdot d\delta \geq \alpha' \cdot E_{\text{Basis}} \quad (8a)$$

Im vorstehenden bedeuten:

$F$  = diejenige an der gedachten Stoßstelle wirkende Einzellast, die erforderlich ist, um dort die Durchbiegung  $\delta$  zu erzeugen

$\delta_V$  = die bei  $F = F_V$  sich ergebende Durchbiegung des Bauteils an der gedachten Stoßstelle

$F_V$  = Zahlenwert von  $F$ , bei dem der Versagenszustand erreicht ist

$F_{PL}$  = Zahlenwert von  $F$ , von dem an sich das Bauteil hauptsächlich nur noch plastisch verformt

$\delta_{PL}$  = die bei Erreichen von  $F = F_{PL}$  sich ergebende Durchbiegung des Bauteils an der Stoßstelle

Die zur Berechnung dieser Kräfte und Durchbiegungen erforderlichen Stoffwerte sind unter Berücksichtigung von Normen oder auch aus allgemeingültigen Untersuchungen mit auf der sicheren Seite liegenden Grenzwerten zu bestimmen.

### 3.2.2.2.2 Nachweis durch Versuche

Der rechnerische Nachweis darf durch Biegeversuche ersetzt werden. In diesem Falle ist der maßgebende Wert  $E_{\text{Versuch}}$  für die bis zum Versagen bei den Versuchen aufnehmbare Energie dem Energieanteil  $\alpha' \cdot E_{\text{Basis}}$  wie folgt gegenüberzustellen:

$$E_{\text{Versuch}} \geq v \cdot \alpha' \cdot E_{\text{Basis}} \quad (9)$$

mit  $v = 1,25$  Faktor zur Absicherung gegenüber Streuungen, die in den Versuchen nicht erfaßt werden.

Soll der Nachweis durch Stoßversuche erbracht werden, so ist zu berücksichtigen, daß unterschiedliche Stoßkörper (menschliche Schulter, Glaskugelsack, Sandsack, Bleischrotsack) bei gleicher Aufprallenergie  $E_{\text{Aufprall}}$  unterschiedliche Energieanteile in das gestoßene Bauteil übertragen. Anstelle der Gleichung (9) tritt dann:

$$\alpha'' \cdot E_{\text{Aufprall}} \geq v \cdot \alpha' \cdot E_{\text{Basis}} \quad (10)$$

Dabei steht  $\alpha'' \cdot E_{\text{Aufprall}}$  für den Energieanteil der Aufprallenergie, den die jeweilige Stoßkörperart in das gestoßene Bauteil überträgt. Wie  $\alpha'$  hängt auch der Faktor  $\alpha''$  von den Eigenschaften der gestoßenen Wand ab. Er ist deshalb in Vorversuchen für die entsprechende Kombination Stoßkörperart/Probekörper zu bestimmen.

Für einen Glaskugelsack als Stoßkörper z. B. kann  $\alpha''$  aus [2] Bild 4 ermittelt werden, sofern die Eigenschaften des zu untersuchenden Probekörpers in dem dort untersuchten Bereich liegen.

### 3.2.2.2.3 Befestigungselemente

Zur Abschätzung einer ausreichenden Tragsicherheit kann auf die Stoßkraft zurückgegriffen werden, die sich beim Auftreffen eines menschlichen Körpers auf die Befestigungsstelle ergibt:

$$F_{\text{Stoß}} = v_a \cdot \sqrt{m_1 \cdot c_1 / \sqrt{1 + c_1/c_2}} \quad [\text{N}] \quad (11)$$

Hierin bedeuten:

$v_a$  = Aufprallgeschwindigkeit [m/s]

$m_1$  = Körpermasse (30 kg)

$c_1$  = Federkonstante des stoßenden Körpers [N/m]

$c_2$  = Federkonstante des gestoßenen Bauteils [N/m]

Für baupraktische Fälle genügt der Nachweis, daß das Befestigungselement eine größere Widerstandskraft besitzt als 2,8 kN. Als Widerstandskraft darf die Kraft eingesetzt werden, bei der ein Versagen gerade noch nicht eintritt.

Der harte Stoß braucht nicht nachgewiesen zu werden.

### 3.2.3 Harter Stoß

Der harte Stoß durch den Aufprall einer kleinen, kompakten Masse bei großer Geschwindigkeit dient primär zur Beurteilung des Verhaltens einer Bauteilart hinsichtlich örtlich begrenzter Zerstörungen infolge Stoßbeanspruchung. Dazu soll das Bauteil überall einer im Versuch aufzubringenden Stoßenergie von

$$E_{\text{Versuch}} = 10 \text{ Nm}$$

entsprechend einer Stoßkörpermasse von 1,0 kg und einer Aufprallgeschwindigkeit von 4,47 m/s widerstehen.

Der Nachweis kann in der Regel nur durch Stoßversuche erbracht werden.

Der Widerstand einer bestimmten Stelle des Bauteils wird als ausreichend angesehen, wenn bei 15 Versuchen mit jeweils einem Stoß je Stelle der betrachteten Art in keinem Falle Versagen entsprechend Abschnitt 3.2.1 eintritt.

### 3.3 Biegegrenztragfähigkeit streifenförmig unterstützter Beplankung oder ausgesteifter Deckflächen gegenüber statischer Belastung.

Der Nachweis ausreichender Biegegrenztragfähigkeit ist für die horizontale Linienlast nach Abschnitt 3.1 zu führen; dabei ist die ungünstigste Beanspruchung zu erfassen.

Der Nachweis ist entweder rechnerisch unter Berücksichtigung der in den Normen für die Beplankungs- oder Deckschichtenmaterialien festgelegten Eigenschaften und zulässigen Spannungen oder durch Versuche zu erbringen.

Bei mehrschichtiger Beplankung, bei Beplankung mit Verbundbaustoffen oder bei Beplankung aus Platten mit orthotropem Tragverhalten sind die Einbaubedingungen der Beplankung im Bauteil zu beachten.

Der maßgebende Wert  $F_{\text{Versuch}}$  der Bruchlast aus den Versuchen (s. Abschnitt 4) muß um den Sicherheitsfaktor  $v = 1,5$  größer als die aus der Gebrauchslast abgeleitete Bezugslast sein. Die Biegegrenztragfähigkeit ist bei der Last (Bruchlast) erreicht, über die hinaus eine weitere Laststeigerung nicht mehr möglich ist.

## 4 Durchführung der Versuche und Auswertung

Wenn der Nachweis, daß die Anforderungen nach Abschnitt 3 erfüllt werden, nicht rechnerisch unter Einbeziehung durch Normen oder Zulassungen festgelegter oder durch Materialuntersuchungen bestätigter Eigenschaften der verwendeten Baustoffe und Befestigungselemente geführt werden kann, darf die Erfüllung der Anforderungen auch durch Versuche nachgewiesen werden.

Die Versuche sind nach Abschnitt 5 DIN 4103 Teil 1, Ausgabe Juli 1984, durchzuführen und auszuwerten.

- [1] Struck, W.: „Die stoßartige Beanspruchung leichter, nichttragender Bauteile durch einen mit der Schulter gegenprallenden Menschen“, Vorschlag für ein Prüfverfahren, BAM-Berichte Nr. 37, Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin, Februar 1976.  
 [2] Struck, W. und Limberger, E.: Die Energieübertragung auf leichte, nichttragende Bauteile beim Stoß mit einem Glaskugelsack im Vergleich zum Schulterstoß, Mitteilungen Institut für Bautechnik 5 (1978), S. 129/130.

- MBL NW. 1987 S. 103.

## II.

### Hinweis für die Bezieher des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen

Betrifft: Einbanddecken zum Ministerialblatt  
für das Land Nordrhein-Westfalen  
- Jahrgang 1986 -

Der Verlag bereitet für den Jahrgang 1986 Einbanddecken für 2 Bände vor zum Preis von 29,60 DM zuzüglich Versandkosten von 6,- DM = 35,60 DM.

In diesem Betrag sind 14% Mehrwertsteuer enthalten. Bei Bestellung mehrerer Exemplare vermindern sich die Versandkosten entsprechend. Von der Voreinsendung des Betrages bitten wir abzusehen.

Bestellungen werden bis zum 1. 3. 1987 an den Verlag erbeten.

- MBL NW. 1987 S. 108.

Einzelpreis dieser Nummer 11,- DM

Bestellungen, Anfragen usw. sind an den August Bagel Verlag zu richten. Anschrift und Telefonnummer wie folgt für

Abonnementsbestellungen: Grafenberger Allee 100, Tel. (0211) 66 86/2 36 (8.00-12.30 Uhr), 4000 Düsseldorf 1

Bezugspreis halbjährlich 81,40 DM (Kalenderhalbjahr), Jahresbezug 162,80 DM (Kalenderjahr), zahlbar im voraus. Abbestellungen für Kalenderhalbjahresbezug müssen bis zum 30. 4. bzw. 31. 10. für Kalenderjahresbezug bis zum 31. 10. eines jeden Jahres beim Verlag vorliegen.

Die genannten Preise enthalten 7% Mehrwertsteuer

Einzelbestellungen: Grafenberger Allee 100, Tel. (0211) 66 86/2 41, 4000 Düsseldorf 1

Einzellieferungen gegen Voreinsendung des vorgenannten Betrages zuzügl. Versandkosten (je nach Gewicht des Blattes), mindestens jedoch DM 0,80 auf das Postcheckkonto Köln 8516-507. (Der Verlag bittet, keine Postwertzeichen einzusenden.) Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer beim Verlag vorzunehmen, um späteren Liefereschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgegeben von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Haroldstraße 5, 4000 Düsseldorf 1

Verlag und Vertrieb: August Bagel Verlag, Grafenberger Allee 100, 4000 Düsseldorf 1

Druck: A. Bagel, Graphischer Großbetrieb, 4000 Düsseldorf 1

ISSN 0177-3569