

Befestigungsmittel von Lichtkuppeln und Lichtbändern auf Dächern

Richtlinie 03: Ausgabe Januar 2010

Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e.V.

Technische Angaben und Empfehlungen dieses Merkblattes beruhen auf dem Kenntnisstand bei Drucklegung. Eine Rechtsverbindlichkeit oder eine irgendwie gear- tete Haftung können daraus nicht abgeleitet werden.

Herausgeber:
Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e.V.
Ernst-Hilker-Straße 2
32758 Detmold

© FVLR, Detmold 2009



Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V.

Erarbeitet durch den
Arbeitskreis Technik des FVLR

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1. Allgemeines | 3 |
| 2. Anwendungsbereich | 3 |
| 3. Windlastermittlung | 4 |
| 4. Dachbereiche | 5 |
| 5. Befestigung | 6 |
| 5.1 Untergrund | 6 |
| 5.2 Befestigung von Lichtkuppel-Aufsetzkränzen | 6 |
| 5.3 Befestigung von Lichtkuppel-Aufsetzkränzen in profilierten Dachdeckungen | 7 |
| 5.4 Befestigung von Lichtband-Aufsetzkränzen/Zargen | 7 |
| 5.5 Nicht geeignete Befestigungsarten | 7 |
| Literatur: | 7 |
| Anlage 1: Windzonenbereiche | 8 |
| Anlage 2: Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe | 12 |
| Anlage 3: Mögliche Befestigungsmittel für Lichtkuppel-Aufsetzkränze | 13 |
| Anlage 4: Mögliche Befestigungsmittel für Lichtband-Aufsetzkränze/Zargen | 14 |
| Anlage 5: Befestigungsnachweis von Lichtkuppeln | 15 |

1. Allgemeines

Lichtkuppeln und Lichtbänder sind auf Dachflächen so zu befestigen, dass sie den äußeren Regellasten (Wind-, Schnee-, Verkehrslasten) einen ausreichenden Widerstand entgegenzusetzen können. Maßgeblich für die Bemessung der Befestigungsmittel sind dabei im Wesentlichen die Regelungen der Normenreihe DIN 1055 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 4: Windlasten (Stand: März 2005) und Teil 5: Schnee- und Eislasten (Stand: Juli 2005). Die einzusetzenden Befestigungsmittel müssen für Ihre Verwendung gewisse Kriterien erfüllen, die im Folgenden näher erläutert werden.

2. Anwendungsbereich

Diese FVLR-Richtlinie regelt die Befestigung von Lichtkuppel- bzw. Lichtband-Aufsetzkränzen unter Windbelastung auf Flachdachflächen. Sie gibt zudem Hinweise, wie und wo Aufsetzkränze fachgerecht zu befestigen sind, in welchen Dachbereichen diese Produkte unbedenklich eingebaut werden können, welche Befestigungsmaterialien zu verwenden sind und von welchen Befestigungsarten abgeraten wird.

Die Gebäudeformen und Gebäudearten, in denen Lichtkuppeln und Lichtbänder eingebaut sein können, sowie deren Nutzungen können höchst unterschiedlich sein. All dies hat Auswirkungen auf die Bemessung, insbesondere auf die zu berücksichtigenden Wind- und Schneelasten. Da für die Befestigung auf der Dachfläche weniger die Schnee- als vielmehr abhebende Windlasten eine Rolle spielen, und diese in Abhängigkeit von der örtlichen Lage des Bauwerkes, von der Windrichtung und dem Dachteilbereich stark unterschiedlich sein können, gilt diese Richtlinie nur für die Windlastzonen 1, 2 und 3 (siehe Anlage 2), womit aber der überwiegende Teil Deutschlands abgedeckt ist, sowie für den Einbau in den Dachmittelbereich und für Gebäudehöhen bis 25 m (siehe Anlage 1). Zudem bewirken größere geöffnete Flächen in Gebäuden (z. B. noch fehlende Wandflächen in der Bauphase oder größere offene Tore) bei Wind eine zusätzliche Belastung von innen auf Lichtkuppeln oder Lichtbänder. Daher beschränkt sich die Gültigkeit dieser Richtlinie auf geschlossene Bauwerke.

Die Angaben dieser Richtlinie gelten also für die Befestigung von Lichtkuppeln und Lichtbändern unter dem Lastfall Wind, die im Dachmittelbereich von maximal 25 m hohen, geschlossenen Gebäuden, die nicht in exponierter Lage liegen, eingebaut sind und in den Windlastzonen 1, 2 und 3 errichtet wurden. Herstellerangaben sind vorrangig zu beachten.

3. Windlastermittlung

Wind entwickelt mit zunehmender Geschwindigkeit auf eine Fläche entweder eine Druck- oder eine Sogbelastung. Insofern werden aus Windgeschwindigkeiten die maßgeblichen Winddruck- oder Windsoglasten hergeleitet. Die bekannteste Windskala ist die Beaufort-Skala. Sie teilt die Windstärken in 12 Stufen ein.

Windgeschwindigkeit und Bemessungsstaudruck q

| Wind | Beaufort | m/s | km/h |
|--------------------|----------|---------------|-----------|
| Stille | 0 | 0,0 - < 0,3 | 0 |
| leiser Zug | 1 | 0,3 - < 1,6 | 1 - 5 |
| leichte Brise | 2 | 1,6 - < 3,4 | 6 - 11 |
| schwache Brise | 3 | 3,4 - < 5,5 | 12 - 19 |
| mäßige Brise | 4 | 5,5 - < 8,0 | 20 - 28 |
| frische Brise | 5 | 8,0 - < 10,8 | 29 - 38 |
| starker Wind | 6 | 10,8 - < 13,9 | 39 - 49 |
| steifer Wind | 7 | 13,9 - < 17,2 | 50 - 61 |
| stürmischer Wind | 8 | 17,2 - < 20,8 | 62 - 74 |
| Sturm | 9 | 20,8 - < 24,5 | 75 - 88 |
| schwerer Sturm | 10 | 24,5 - < 28,5 | 89 - 102 |
| orkanartiger Sturm | 11 | 28,5 - < 32,7 | 103 - 117 |
| Orkan | 12 | > 32,7 | > 118 |

Tabelle 1: Beaufort-Skala und zugehörige Windgeschwindigkeiten

Nach der Beaufort-Skala liegt ein Sturm erst bei Erreichen der Windstärke 9 vor, versicherungstechnisch liegt ein Sturmereignis in der Regel bei Erreichen der Windstärke 8 vor.

Der Geschwindigkeitsdruck q berechnet sich für eine Luftdichte von $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ zu:

$$q = \frac{v^2}{1600} \quad [\text{kN/m}^2] \quad (1)$$

v in m/s

Allerdings ist der Winddruck bzw. die Winddruckverteilung auch höhenabhängig. Der Winddruck, der auf eine Außenfläche eines Bauwerks wirkt, berechnet sich allgemein zu:

$$w_e = c_{pe} \cdot q(z_e) \quad [\text{kN/m}^2] \quad (2)$$

Dabei sind

- c_{pe} aerodynamischer Beiwert für den Außendruck [-]
- q Geschwindigkeitsdruck $[\text{kN/m}^2]$
- z_e Bezugshöhe

Die Außendruckbeiwerte c_{pe} für Bauwerke und Bauteile hängen von der Größe der Lasteinzugsfläche A und dem betrachteten Dachbereich ab (siehe unten). In Anlage 2 sind die Geschwindigkeitsdrücke q in Abhängigkeit von den 4 Windzonen für Deutschland aufgelistet.

Die Gesamtwindkraft berechnet sich dann zu:

$$F_w = w_e \cdot A \quad [\text{kN}] \quad (3)$$

Bauteilfläche A in $[\text{m}^2]$

Die Windlast nach DIN 1055-4 wird durch Sicherheitsbeiwerte nach DIN 1055-100 „Grundlagen der Tragwerksplanung – Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln“ vervollständigt. Veränderliche Lasten wie z. B. der Winddruck werden mit dem Faktor $\gamma_Q = 1,5$ multipliziert, wenn sie die einzigen veränderlichen Lasten darstellen.

4. Dachbereiche

Nach DIN 1055-4 gibt es auf einer Flachdachfläche die in Bild 1 dargestellten Eck- und Randbereiche (Bereiche F und G), sowie den verbleibenden Dachmittelpunktbereich H. Die Gebäude-Eck- und Randbereiche zeichnen sich strömungstechnisch durch mehrfach höhere Windsogbeiwerte gegenüber dem Mittelbereich aus. Ohne besonderen Nachweis sollten Lichtkuppeln und Lichtbändern nicht innerhalb der Flächen F und G eingebaut werden.

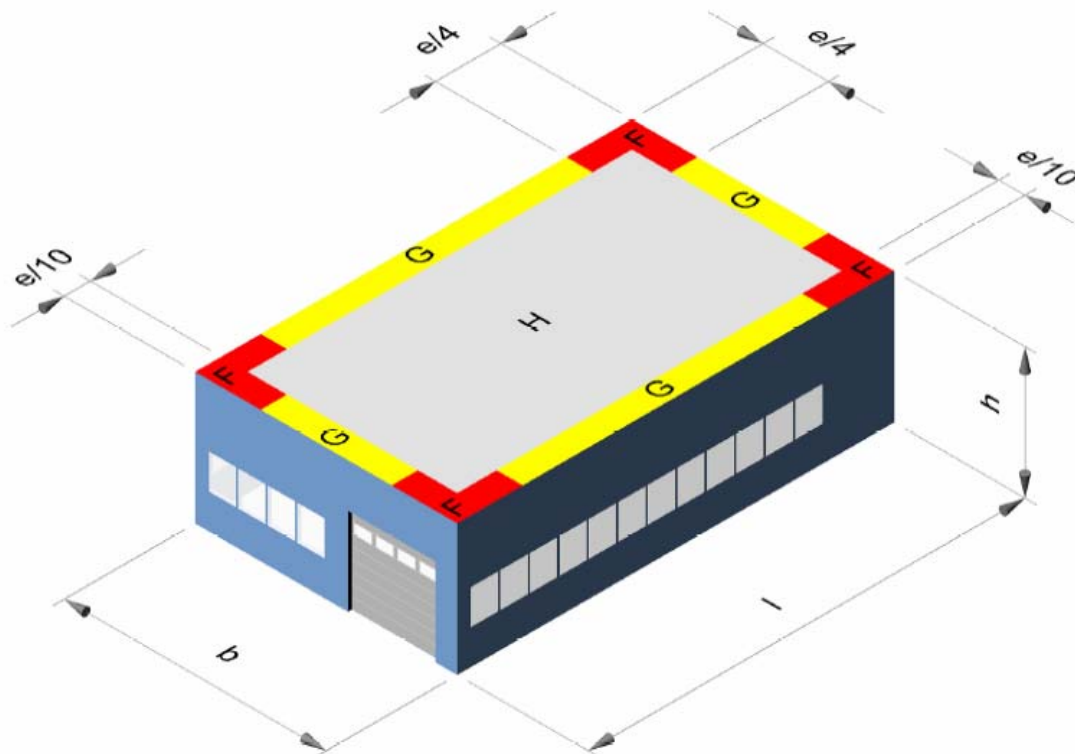


Bild 1: Einteilung der Dachflächen bei Flachdächern

Eckbereich F: Der Eckbereich hat eine Breite von $e/4$ und eine Tiefe von $e/10$.
 Randbereich G: Der Randbereich ist die Fläche zwischen den Eckbereichen bei einer Tiefe von $e/10$.

Dabei sind:

e Breite b ist die Abmessung des Daches quer zum Wind oder $2 \cdot$ Gebäudehöhe h (Der kleinere Wert ist maßgebend.)

Beispiel: Flachdachgebäude mit $B: 25$ m, $L: 50$ m und $h: 7$ m

Anströmung auf Breitseite:

$e = 25$ m oder $2 \cdot 7$ m = 14 m (Maßgebend ist der kleinere Wert, also 14 m)

Breite Eckbereich: 14 m / $4 = 3,5$ m

Tiefe Eckbereich: 14 m / $10 = 1,40$ m

Breite Randbereich: 25 m – $2 \cdot 3,5$ m = 18 m

Tiefe Randbereich: 14 m / $10 = 1,40$ m

Anströmung auf Längsseite:

$e = 50 \text{ m}$ oder $2 \cdot 7 \text{ m} = 14 \text{ m}$ (Maßgebend ist der kleinere Wert, also 14 m)

Breite Eckbereich: $14 \text{ m}/4 = 3,5 \text{ m}$

Tiefe Eckbereich: $14 \text{ m}/10 = 1,40 \text{ m}$

Breite Randbereich: $50 \text{ m} - 2 \cdot 3,5 \text{ m} = 43 \text{ m}$

Tiefe Randbereich: $14 \text{ m}/10 = 1,40 \text{ m}$

Umlaufend auf der Dachfläche ist vom Rand gemessen ein 1,40 m tiefer Streifen frei von Lichtkuppeln oder Lichtbänder zu halten.

5. Befestigung

5.1 Untergrund

Der Untergrund zur Befestigung von Aufsetzkränzen von Lichtkuppeln oder Zargen von Lichtbändern muss ausreichend tragfähig, stabil und ausreißsicher gegen die mögliche Auszugsbeanspruchung sein.

5.2 Befestigung von Lichtkuppel-Aufsetzkränzen

Die Schraublinie zur Befestigung von Kunststoff-Aufsetzkränzen mit Klebeflansch liegt mind. 30 mm von der Flanschaußenkante entfernt (siehe Bild 2, Maß a_1). Hinsichtlich des Abstandes der Schraublinie von der inneren lichten Öffnung des Lichtkuppelschachtes nach außen (siehe Bild 2, Maß a_2) sind die Maßgaben der Hersteller der Befestigungsmittel (z. B. bauaufsichtliche Zulassungen) zu beachten.

Der seitliche Abstand der ersten Befestigung in der Schraublinie von der Flanschaußenkante (siehe Bild 2, Maß e_1) beträgt max. 100 mm. Soweit im Einzelfall nicht explizit anders nachgewiesen, beträgt der Verschraubungsabstand untereinander maximal 300 mm (siehe Bild 2, Maß e_2).

Die Bohrung im Aufsetzkranzflansch ist mit einem um 1 mm größeren Bohrer vorzunehmen als der Durchmesser der Befestigungsschraube, um Zwängungen in der Lochlaibung zu verhindern. Befestigungsschrauben sind nur in Verbindung mit geeigneten Unterlegscheiben (z. B. Kotflügelscheiben) zu verwenden.

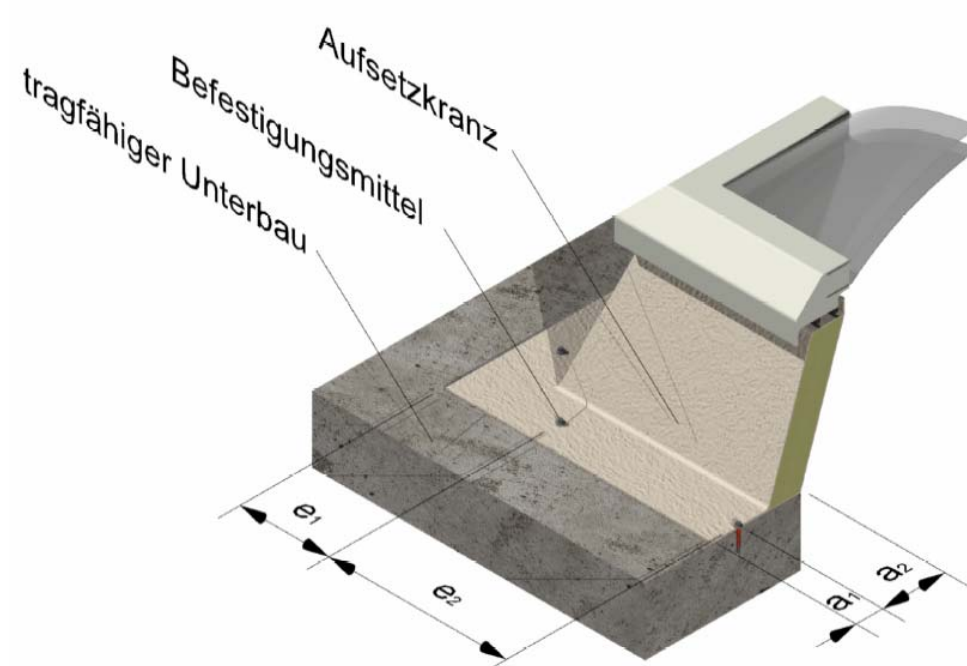


Bild 2: Mindestabstände zur Befestigung am Aufsetzkranzflansch

Als Befestigungsmittel dürfen in Abhängigkeit vom Schraubgrund nur die in den Anlagen 3 und 4 gelisteten Befestigungsarten verwendet werden, solange sie im Einzelfall nicht gesondert nachgewiesen sind.

Die Anzahl und Art des Befestigungsmittels richtet sich nach der aufnehmbaren Last gemäß Anlage 5.

5.3 Befestigung von Lichtkuppel-Aufsetzkränzen in profilierten Dachdeckungen

Die Verlegung und Befestigung von Lichtkuppel-Aufsetzkränzen in profilierten Dachdeckungen und die Einlage von Dichtschnüren entspricht dem Grunde nach den Anforderungen der Flächendeckung. Ansonsten ist der Einbau von Lichtkuppel-Aufsetzkränzen mit profilierten Flanschen nach den Richtlinien des Wellplatten- oder Profiltafelherstellers vorzunehmen.

Eine Abtragung von Lasten ohne zusätzliche konstruktive Maßnahmen ist in der Regel nicht möglich. Insofern können u. U. zusätzliche Auswechslungen erforderlich werden.

5.4 Befestigung von Lichtband-Aufsetzkränzen/Zargen

Die Befestigung von nicht selbsttragenden Lichtband-Aufsetzkränzen erfolgt prinzipiell wie zuvor beschrieben.

Der Nachweis der Befestigung von selbst- oder freitragenden Lichtband-Aufsetzkränzen einschl. eventueller Konsolen oder Zug-/Druckstäben erfolgt nach Herstellerangaben.

5.5 Nicht geeignete Befestigungsarten

Für eine dauerhafte Befestigung von Lichtkuppel- und Lichtband-Aufsetzkränzen auf einem tragfähigen Untergrund sind alle Arten von Schussbefestigungen solange nicht geeignet, bis hierfür ein geeigneter Verwendbarkeitsnachweis, z. B. in Form einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, vorgelegt wird. Insofern dürfen Schussbefestigungen allgemein nur zur vorübergehenden Fixierung von Bauteilen verwendet werden.

Die Befestigung von Aufsetzkränzen mit Nägeln ist im Regelfall nicht geeignet.

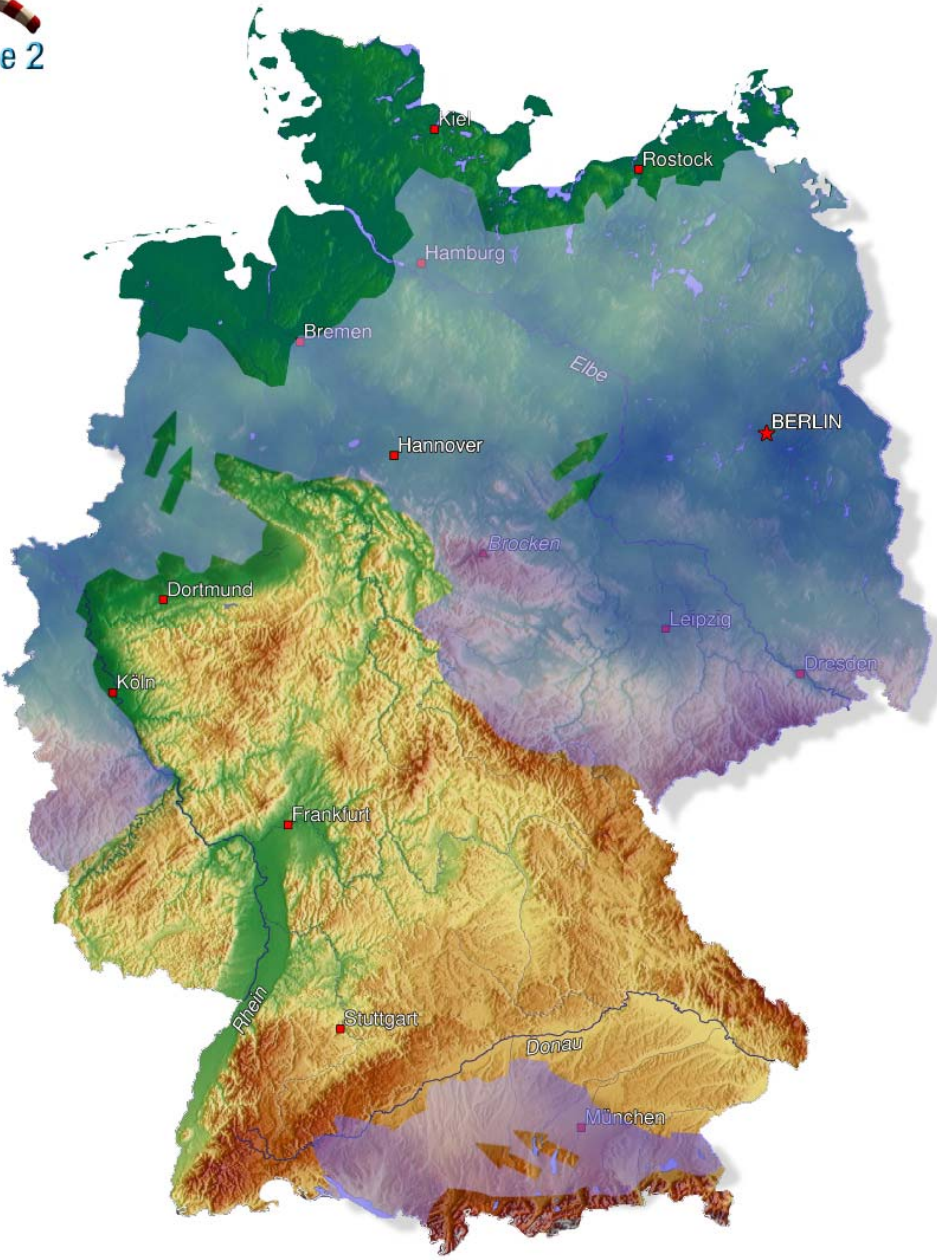
Literatur:

- DIN 1055-4:2005-03 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 4: Windlasten
- DIN 1055-4:2006-03 Berichtigung 1 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 4: Windlasten, Berichtigungen zu DIN 1055-4:2005-03
- DIN 1055-4 Bek TH, Verwaltungsvorschrift, Windlastzonen nach DIN 1055-4 für den Freistaat Thüringen
- DIN 1055-5:2005-07 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 5: Schnee- und Eislasten
- DIN 1055-5 Bek TH, Verwaltungsvorschrift, Schneelastzonen nach DIN 1055-5 für den Freistaat Thüringen
- DIN 1055-100:2001-03 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung - Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln

Anlage 1: Windzonenbereiche



Windzone 1



Windzone 2



Windzone 3

Anmerkung:

Im Rahmen dieser Richtlinie sind in Windzone 3 Befestigungen für den Lastfall Wind für Gebäudehöhen bis 10 m und Kategorie Binnenland nachgewiesen.



Windzone 4

Anlage 2: Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe

| Windzone | | Geschwindigkeitsdruck q in kN/m ² bei einer Gebäudehöhe h in den Grenzen von | | |
|----------|--|---|-----------------|---------------|
| | | h ≤ 10 m | 10 m < h ≤ 18 m | 18 < h ≤ 25 m |
| 1 | Binnenland | 0,50 | 0,65 | 0,75 |
| 2 | Binnenland | 0,65 | 0,80 | 0,90 |
| | Küste und Inseln der Ostsee | 0,85 | 1,00 | 1,10 |
| 3 | Binnenland | 0,80 | 0,95 | 1,10 |
| | Küste und Inseln der Ostsee | 1,05 | 1,20 | 1,30 |
| 4 | Binnenland | 0,95 | 1,15 | 1,30 |
| | Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee | 1,25 | 1,40 | 1,55 |
| | Inseln der Nordsee | 1,40 | - | - |

Quelle: DIN 1055-4

Anmerkung 1:

Bei Bauwerken bis 25 m über Grund darf der Geschwindigkeitsdruck zur Vereinfachung konstant über die gesamte Gebäudehöhe angenommen werden.

Anmerkung 2:

Im Rahmen dieser Richtlinie wird eine ausreichende Befestigung innerhalb der fett gerahmten Zellen nachgewiesen.

Anlage 3: Mögliche Befestigungsmittel für Lichtkuppel-Aufsetzkränze

| Aufsetzkranz- untergrund | Befestigung | Bezeichnung | Zulassungs- nummer | Lieferant |
|-------------------------------------|--|--|-------------------------------|------------------|
| Holzbohle | Holzschraube | Spanplattenschraube Senkkopf Assy2 6x70mm | Z-9.1-514 | Würth® |
| | Unterlegscheibe | Kotflügelscheibe 6,4x30x1,5mm DIN 522 | | Würth® |
| | Spenglerschraube | Holzschraube DIN 7995 4,5x45 A2 mit Linsen- senkkopf und Dicht- scheibe Ø 20 mm | | Divers |
| Stahlbeton | Holzschraube | Spanplattenschraube Senkkopf Assy2 6x70mm | Z-9.1-514 | Würth® |
| | Unterlegscheibe | Kotflügelscheibe 6,4x30x1,5mm DIN 522 | | Würth® |
| | Dübel | Allzweckdübel Kunststoff 8x51 (ZEBRA®-Shark) | | Würth® |
| | Spenglerschraube | Holzschraube DIN 7995 4,5x65 A2 mit Linsen- senkkopf und Dicht- scheibe Ø 20 mm | | Divers |
| Porenbeton (Gasbeton) | Dübel | Kunststoff Universaldü- bel 6x50 | | Divers |
| | Holzschraube | Spanplattenschraube Senkkopf Assy2 6x70mm | Z-9.1-514 | Würth® |
| | Unterlegscheibe | Kotflügelscheibe 6,4x30x1,5mm DIN 522 | | Würth® |
| | Dübel | Allzweckdübel Kunststoff 8x51 (ZEBRA®-Shark) | | Würth® |
| | Spezialschraube | Fischer Schraube 5x85 | Z-21.2-123 | Fischer® |
| Unterlegscheibe | Kotflügelscheibe 6,4x30x1,5mm DIN 522 | | Divers | |
| Stahl- und Trapezblech | Dübel | Fischer-Dübel GB 8 | Z-21.2-123 | Fischer® |
| | Bohrschraube | Linsenkopf- Bohrschraube 4,8x32mm | Z-14.1-4 | Würth® |
| | Unterlegscheibe | Kotflügelscheibe 6,4x30x1,5mm DIN 522 | | Würth® |
| | Bohrschraube mit Dichtscheibe | JT3-6-5,5x30 E16 | Z-14.1-4 | EJOT |

Anmerkung:

Die Nennung der hier aufgeführten Lieferanten ist als stellvertretendes Beispiel zu sehen.

Anlage 4: Mögliche Befestigungsmittel für Lichtband-Aufsetzkränze/Zargen

| Aufsetzkranz- untergrund Zargenunter- grund | Befestigung | Bezeichnung | Zulassungs- nummer | Lieferant |
|--|---|---|---------------------------|-----------|
| Stahlbinder / Standard | Schraubbefestiger | Hilti ENP 2-21 L 15 | ETA-04/0101 | Hilti® |
| | Setzbolzen | SBR-14 | Z-14.1-4 | EJOT |
| | Flansch ≤ 10 mm: Bohrschraube | ZEBRA® piasta 5,5x38mm A2 m. Dichtscheibe | Z-14.1-4 | Würth® |
| | Flansch ≥ 10 mm: Bohrschraube | FABA BZ 6,3x32mm A2 m. Dichtscheibe | Z-14.1-4 | Würth® |
| | Nur Fixierung: Schraubbefestiger | HNS 103/18 m. Stahlscheibe d = 18 mm | | Würth® |
| | Flansch ≤ 4 mm: Bohrschraube | EJOT JT2-6-6,3x32 m. Dichtscheibe | Z-14.1-4 | EJOT |
| | Flansch > 4 mm, < 9 mm: Bohrschraube | EJOT JT2-12-5,5x50 m. Dichtscheibe | Z-14.1-4 | EJOT |
| Stahlbetonbinder / Standard | Flansch ≤ 10 mm: Bohrschraube | ZEBRA® piasta 5,5x38mm A2 m. Dichtscheibe | Z-14.1-4 | Würth® |
| | Schraubanker | W-SA-SU 80 M5, d = 10 mm verz. | Z-21.1-1597 | Würth® |
| | Bolzenanker | MKT Bolzenanker BZ 8-15/80 | ETA-03/0017 | MKT |
| Holzbinder / Standard | Fassadenbauschraube | FABA Typ A 6,5x64mm A2 m. Dichtscheibe | Z-14.1-4 | Würth® |
| | Gewindefurchende Schraube | EJOT JA3-6,5x90 m. Dichtscheibe | Z-14.1-4 | EJOT |
| Porenbeton Neubau | Schraube für Porenbeton | TYP IGR-S 8x90 m. Dichtscheibe d = 19 mm | Prüfbericht Nr. 910359 | SFS intec |
| | Dübel mit Schraube für Porenbeton | EJOT SDP-S 10 | Z-21.2-967 | EJOT |
| Porenbeton Sanierung | Schraube für Porenbeton | TYP IGR-S 8x130 m. Dichtscheibe d = 19 mm | Prüfbericht Nr. 910359 | SFS intec |

Anmerkung:

Die Nennung der hier aufgeführten Lieferanten ist als stellvertretendes Beispiel zu sehen.

Anlage 5: Befestigungsnachweis von Lichtkuppeln

Typ rechteckig, gewölbt

| lfd. Nr. | Bestellgröße in cm x cm | | | Verschraubungsabstand e_2 von ≤ 200 mm | | Verschraubungsabstand e_2 von ≤ 300 mm | |
|-------------|-------------------------------|----------|------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| | | | | Mindest- schrauben- anzahl | Auszugskraft/ Schraube | Mindest- schrauben- anzahl | Auszugskraft/ Schraube |
| 1 | 50 | x | 100 | 24 | 0,04 kN | 18 | 0,05 kN |
| 2 | 50 | x | 150 | 30 | 0,04 kN | 22 | 0,06 kN |
| 3 | 60 | x | 90 | 24 | 0,04 kN | 18 | 0,05 kN |
| 4 | 60 | x | 120 | 26 | 0,05 kN | 20 | 0,06 kN |
| 5 | 90 | x | 120 | 30 | 0,06 kN | 22 | 0,08 kN |
| 6 | 90 | x | 150 | 34 | 0,07 kN | 24 | 0,09 kN |
| 7 | 90 | x | 200 | 38 | 0,07 kN | 28 | 0,10 kN |
| 8 | 100 | x | 150 | 34 | 0,07 kN | 24 | 0,10 kN |
| 9 | 100 | x | 200 | 38 | 0,08 kN | 28 | 0,11 kN |
| 10 | 100 | x | 240 | 42 | 0,08 kN | 30 | 0,12 kN |
| 11 | 100 | x | 250 | 44 | 0,08 kN | 30 | 0,12 kN |
| 12 | 100 | x | 270 | 46 | 0,08 kN | 32 | 0,12 kN |
| 13 | 120 | x | 180 | 38 | 0,09 kN | 28 | 0,12 kN |
| 14 | 120 | x | 240 | 44 | 0,09 kN | 32 | 0,13 kN |
| 15 | 120 | x | 150 | 36 | 0,08 kN | 26 | 0,11 kN |
| 16 | 120 | x | 210 | 42 | 0,09 kN | 30 | 0,12 kN |
| 17 | 120 | x | 250 | 46 | 0,09 kN | 32 | 0,13 kN |
| 18 | 120 | x | 270 | 48 | 0,09 kN | 34 | 0,13 kN |
| 19 | 150 | x | 180 | 42 | 0,09 kN | 30 | 0,13 kN |
| 20 | 150 | x | 210 | 46 | 0,09 kN | 32 | 0,14 kN |
| 21 | 150 | x | 240 | 48 | 0,10 kN | 34 | 0,14 kN |
| 22 | 150 | x | 250 | 50 | 0,10 kN | 34 | 0,15 kN |
| 23 | 150 | x | 270 | 52 | 0,10 kN | 36 | 0,15 kN |
| 24 | 180 | x | 270 | 54 | 0,11 kN | 38 | 0,16 kN |
| 25 | 180 | x | 210 | 48 | 0,10 kN | 34 | 0,15 kN |
| 26 | 180 | x | 240 | 50 | 0,11 kN | 36 | 0,15 kN |
| 27 | 180 | x | 250 | 52 | 0,11 kN | 36 | 0,16 kN |

Befestigungsnachweis von Lichtkuppeln (Fortsetzung)

Typ quadratisch, gewölbt

| lfd. Nr. | Bestellgröße in cm x cm | | | Verschraubungsabstand e_2 von ≤ 200 mm | | Verschraubungsabstand e_2 von ≤ 300 mm | |
|-------------|-------------------------------|---|------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| | | x | | Mindest- schrauben- anzahl | Auszugskraft/ Schraube | Mindest- schrauben- anzahl | Auszugskraft/ Schraube |
| 1 | 60 | x | 60 | 20 | 0,03 kN | 16 | 0,04 kN |
| 2 | 80 | x | 80 | 24 | 0,05 kN | 20 | 0,06 kN |
| 3 | 90 | x | 90 | 28 | 0,05 kN | 20 | 0,07 kN |
| 4 | 100 | x | 100 | 28 | 0,06 kN | 20 | 0,09 kN |
| 5 | 120 | x | 120 | 32 | 0,07 kN | 24 | 0,10 kN |
| 6 | 150 | x | 150 | 40 | 0,08 kN | 28 | 0,12 kN |
| 7 | 180 | x | 180 | 44 | 0,10 kN | 32 | 0,14 kN |
| 8 | 200 | x | 200 | 48 | 0,11 kN | 36 | 0,14 kN |
| 9 | 250 | x | 250 | 60 | 0,12 kN | 40 | 0,18 kN |

Typ rund, gewölbt

| lfd. Nr. | Bestellgröße in cm | | Verschraubungsabstand e_2 von ≤ 200 mm | | Verschraubungsabstand e_2 von ≤ 300 mm | |
|-------------|--------------------------|------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| | Ø | | Mindest- schrauben- anzahl | Auszugskraft/ Schraube | Mindest- schrauben- anzahl | Auszugskraft/ Schraube |
| 1 | Ø | 50 | 15 | 0,02 kN | 10 | 0,03 kN |
| 2 | Ø | 60 | 16 | 0,03 kN | 11 | 0,05 kN |
| 3 | Ø | 70 | 18 | 0,04 kN | 12 | 0,06 kN |
| 4 | Ø | 80 | 19 | 0,05 kN | 13 | 0,07 kN |
| 5 | Ø | 90 | 21 | 0,05 kN | 14 | 0,08 kN |
| 6 | Ø | 100 | 22 | 0,06 kN | 15 | 0,09 kN |
| 7 | Ø | 110 | 24 | 0,07 kN | 16 | 0,10 kN |
| 8 | Ø | 120 | 26 | 0,07 kN | 17 | 0,11 kN |
| 9 | Ø | 150 | 30 | 0,09 kN | 20 | 0,14 kN |
| 10 | Ø | 180 | 35 | 0,11 kN | 24 | 0,15 kN |
| 11 | Ø | 200 | 38 | 0,11 kN | 26 | 0,17 kN |
| 12 | Ø | 210 | 40 | 0,12 kN | 27 | 0,17 kN |
| 13 | Ø | 220 | 41 | 0,12 kN | 28 | 0,18 kN |
| 14 | Ø | 240 | 44 | 0,13 kN | 30 | 0,19 kN |
| 15 | Ø | 250 | 46 | 0,13 kN | 31 | 0,20 kN |
| 16 | Ø | 260 | 48 | 0,13 kN | 32 | 0,20 kN |
| 17 | Ø | 270 | 49 | 0,14 kN | 33 | 0,21 kN |