# Windlasten

## DIN 4112 Fliegende Bauten wird abgelöst von DIN EN 13814 und DIN EN 13782. Erläuterungen zum Thema von Frank Bastians, Stefan Krasenbrink, Jan Keppler und Ralf-Harald vom Felde.

**In unserem ersten Artikel zu diesem Thema** wurden hauptsächlich die rechtlichen und formalen Hintergründe zur Einführung der neuen Normengeneration erläutert. In diesem Artikel wollen wir ausschließlich auf die Windlasten eingehen, da diese für fliegende Bauten in der Veranstaltungstechnik neben der Nutzlast aus Ton und Licht die maßgebende Belastungsart sind und es hierzu einige Veränderungen geben wird. Ziel dieses Artikels soll sein, zum einen konkret über die in Zukunft anzusetzenden Windlasten zu informieren und zum anderen deren praktische Bedeutung für Bauwerke anhand von Beispielen zu erläutern. Es sei aber auch noch einmal darauf hingewiesen, dass die hier vorgestellten Windlasten noch nicht endgültig eingeführt wurden und bisher weiterhin die alten Regelungen nach DIN 4112 verbindlich sind. Weiter gibt es auch noch in vielen Punkten offene Fragen.

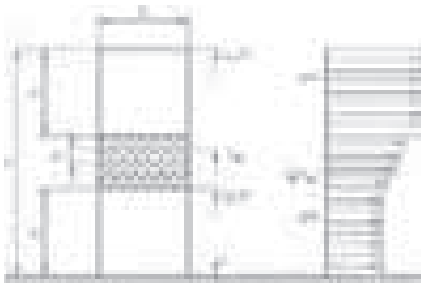
**Grundlagen.** Zu Verständnis und Einordnung der zukünftigen Windlastansätze erfolgt zunächst eine kurze Einführung in die Grundlagen und ein Rückblick auf die DIN 4112 und DIN 1055-4. Einen ausführlicheren früheren Artikel zum Thema Grundlagen zu Windlasten finden Sie im Downloadbereich unserer Web-Seiten www.Krasenbrink-Bastians.de oder www.vom-Felde.de

**Windzonen.** Schon mit der Einführung einer neuen Windlast-Norm in Deutschland im Jahr 2005 mussten die Regelungen zur DIN 4112 überarbeitet werden. Wesentliches Merkmal der neuen deutschen Windlast-Norm war damals die Einführung von 4 Windzonen und die Unterscheidung zwischen Windlasten an der Küste und im Binnenland. Die Windzonen werden dabei nach der Windgeschwindigkeit (so genannte Referenz-Geschwindigkeit v-ref) eines 10min-Windes, der einmal in 50 Jahren auftritt, unterschieden.

Da es in der Normenreihe vor 2005 diese differenzierte Betrachtung nicht gab, wurden fliegende Bauten bis dato praktisch mit einheitlichen standortunabhängigen Lasten berechnet. In der zur Zeit bestehenden Übergangsphase ist dies schon dahingehend geändert worden, dass die nach DIN 4112 und alter Windlastnorm anzusetzenden Lasten nur für die Windzonen 1 und 2 und das Binnenland der Zone 3 und 4 gelten. Für Aufbauten an den Küsten und Inseln der Zone 3 und 4 müssen um den Faktor 1,4 erhöhte Windlasten berücksichtigt werden. Die Neue Normengeneration zu fliegenden Bauten wird ebenfalls Bezug auf die Einteilung in Windzonen nehmen, aber wesentlich differenzierter. Dies erlaubt am Ende zwar optimal an den Aufbauort angepasste Konstruktionen, macht die Sache aber damit auch unübersichtlich und komplizierter. Die Norm ist in diesem Zusammenhang auch praktisch nie ohne zusätzliche nationale Regelungen anwendbar.

**Höhenabhängiges Windprofil.** Grundsätzlich gilt der Zusammenhang, dass mit der zunehmenden Höhe auch die Windlasten zunehmen. Praktisch wird das über Windprofile berücksichtigt, in denen Höhen definiert sind, ab denen eine höhere Windlast anzusetzen ist. Bisher lagen diese Grenzen bei 5,0m, 8,0m und 20m.

Vom Prinzip wird dies auch in der zukünftigen Normen-Reihe so sein, nur mit dem Unterschied, dass die Grenzhöhen sich verändern.



Aerodynamische Beiwerte (cp-Werte)/Staudruck q

Für die Ermittlung der rechnerischen Windlast w = cp x q [kN/m²] benötigt man neben dem Staudruck, der sich aus den vorher beschriebenen Windzonen ergibt, noch den aerodynamischen Beiwert. Dieser Wert berücksichtigt die Geometrie des Baukörpers. Ein Beispiel hierfür: die Windlast auf eine Kugel mit einer 1m² Projektionsfläche ist ca. nur halb so groß wie die Windlast auf eine 1m² Wandfläche, da der Wind an einer Kugel besser vorbei strömen kann als an einer Wand.

Weiter kann es an Rand- und Eckbereichen zu so genannten Sogspitzen kommen, so dass insbesondere bei starren Hüllflächen diese Bereiche mit lokal erhöhten Windlasten beaufschlagt werden müssen. Zu fliegenden Bauten mit nachgiebigen Hüllflächen, wie Planen oder Gazen, gab es bisher eine Regelung, dass diese Sogspitzen nicht berücksichtigt werden mussten. In den neuen Normen und zugehörigen Auslegungen fehlt bisher eine derartige Regelung, was den Aufwand in Zukunft erheblich vergrößern kann.

**Betriebswind.** Bisher ist es möglich, für bestimmte fliegende Bauten (wie z.B. Bühnen oder PA-Tower) reduzierte Windlasten anzusetzen, wenn ab Windstärke 8 der Betrieb eingestellt wird. Voraussetzungen hierfür sind eine Überprüfung auf Durchführbarkeit im Vorfeld und im Betrieb der Abruf von Informationen zur Beurteilung der Wetterlage. Eine Ausnahme bilden dabei die Konstruktionen, die als Zelt eingestuft werden. Diese Konstruktionen gelten als Zufluchtstätte und müssen daher auch ohne Windstärkenbegrenzung betrieben werden können. Diese Grundsätze wurden auch so in die neue Normen-Reihe übernommen. Unklar ist allerdings die Definition der Windgeschwindigkeit, ab der zukünftig eine Sicherungsmaßnahme einzuleiten ist. Die Begriffe, die in der Norm verwendet werden, lassen keine eindeutige Interpretation zu, so dass hier unserer Ansicht nach noch eine Erläuterung des Normenausschusses erforderlich ist.

Bevor inhaltlich auf die genauen Zahlenwerte eingegangen wird, kann zusammenfassend vorab schon folgendes festgehalten werden.

1. Die Fälle „Betrieb mit Windstärkenbegrenzung“ und „Betrieb eingestellt, ohne Windstärkenbegrenzung“ bleiben mit den bekannten allgemeinen Vorraussetzungen und besonderen Einschränkungen für Zelte weiterhin bestehen.
2. Eine pauschale Aussage, ob die Windlasten günstiger oder ungünstiger werden, ist nicht möglich, da die anzusetzenden Werte sich je nach Standort und Höhe des Bauwerks gegenüber der alten Norm erhöhen oder verringern können.
3. Insbesondere die standortabhängige anzusetzende Windlast führt dazu, dass die Norm in vielen Fällen nur in Kombination mit zusätzlichen nationalen Regelungen anwendbar ist.

**Windlasten alt-neu im Überblick.** Der folgende Abschnitt soll einen Überblick über die Windlasten nach den neuen Normen geben. Zur besseren Übersicht wird dabei exemplarisch unterschieden zwischen Windlasten für Zelte, Betriebswind für Bühnen und Windlasten für Bühnen ohne Windstärkenbegrenzung.

Windlasten für Zelte: Die in der Norm 13782 vorgegebenen Windlasten gelten zunächst einmal nur für Gebiete mit einer Referenzgeschwindigkeit von vref < 28m/s. Das bedeutet für Deutschland die Gebiete der Windzonen 1, 2 und 3. Für Gebiete der Windzone 4 werden keine Angaben gemacht und auf lokale (bzw. nationale) Anforderungen verwiesen. Für Länder mit einem hohen Anteil von Küstengebieten, wie zum Beispiel die Niederlande, ist daher immer eine zusätzliche Regelung erforderlich. Bei Windlasten nach EN 13782 für Gebiete mit vref < 28 m/s und damit in Deutschland für die Windzonen 1, 2 und 3 gilt:

| Windlasten für Zelte<br>Geschwindigkeitsstaudruck q in kN/m², | | | |
|---|---|---|---|
| nach EN 13782<br>Zone 1,2 und 3 | | bisher nach DIN 4112<br>Zone 1 + 2 und Binnenland Zone 3 und 4 | |
| 0 < h ≤ 5m | 0,5 | 0 < h ≤ 8m | 0,5 |
| 5m < h ≤ 10m | 0,6 | | |
| 10m < h ≤ 15m | 0,66 | 8m < h ≤ 20 m | 0,8 |
| 15m < h ≤ 20m | 0,71 | | |
| 20m < h ≤ 25m | 0,76 | h ≥ 20 m | 1,1 |

Die Windlasten bewegen sich damit praktisch für Zelte bis 8,0 m Höhe in einer ähnlichen Größenordnung. Für Zelte oberhalb 8,0 m werden die Lasten günstiger, da die Höhensprünge hier kleiner gestaffelt worden sind. Für Gebiete oberhalb vref = 28 m/s, damit in Windzone 4, gibt es für Deutschland eine Regelung im Anhang zur Musterliste der eingeführten technischen Baubestimmungen. Danach können die um den Faktor 0,7 reduzierten Windlasten nach DIN 1055-4 verwendet werden.

| Windzone | | Geschwindigkeitsstaudruck q in kN/m² | | | zum Vergleich bisher | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h ≤ 10m | 10m < h ≤ 18m | 18m < h ≤ 25m | h ≤ 8m | 8m < h ≤ 20m |
| 4 | Binnen land | 0,67 | 0,81 | 0,91 | 0,50 | 0,80 |
| | Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee | 0,88 | 0,98 | 1,09 | 0,70 | 1,12 |
| | Inseln der Nordsee | 0,98 | - | - | | |

Windlasten für Bühnen – Fall Betriebswind: Der Betriebswind bewegt sich für Bauwerke bis 20m in einer ähnlichen Größenordung wie bisher, nur sind die Höhen-Intervalle neu eingeteilt worden. Für sehr hohe Bauwerke (h > 20m) sind die Lasten erhöht worden.

| Betriebswind Staudruck q in kN/m² | | | | |
|---|---|---|---|---|
| nach EN 13814 | | | nach DIN 4112 | |
| | | | h ≤ 5,0m | 0,15 |
| h ≤ 8,0m | 0,2 | | h > 5,0m | 0,25 |
| 8 < h ≤ 20 | 0,3 | | | |
| 20 < h ≤ 35 | 0,35 | | | |
| 35 < h ≤ 50 | 0,4 | | | |

Zur Beurteilung von Einzelbauteilen wie z.B. Dachträger gilt: Für Bauhöhen kleiner 5,0 m und oberhalb 8,0 m werden die Lasten ungünstiger und im Zwischenbereich dafür günstiger. Ob die resultierende Gesamtbelastung zu- oder abnimmt, hängt von der Gesamt-Geometrie ab. Der Einfluss auf die Ballastierung kann somit nicht pauschal beurteilt werden, sondern ist im Einzelfall zu prüfen.

**Windlasten für Bühnen - Fall außer Betrieb ohne Windstärkenbegrenzung.** Hierbei ist zu beachten, dass die in Deutschland anzuwendenden Windlasten nicht aus der DIN EN 13814 entnommen sind, sondern infolge der deutschen Ergänzungen zur DIN EN 13814 in der Muster Richtlinie technische Baubestimmungen für Deutschland anders geregelt sind. Die Werte aus Tabelle 1 der DIN EN 13814 für den Lastfall außer Betrieb dürfen nicht angewendet werden. In anderen europäischen Ländern, insbesondere mit Gebieten mit vref > 28m/s, wird dies höchstwahrscheinlich ebenfalls der Fall werden. Die Regelung für Deutschland bezieht sich wie bei Zelten für die Windzone 4 auf die aktuelle DIN 1055-4, wobei die dort aufgeführten Werte um den Faktor 0,7 reduziert werden können

| Windzone | | Geschwindigkeitsstaudruck q in kN/m² | | | zum Vergleich bisher | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h ≤ 10m | 10m < h ≤ 18m | 18m < h ≤ 25m | h ≤ 8m | 8m < h ≤ 20m |
| 1 | Binnen land | 0,35 | 0,46 | 0,53 | | |
| 2 | Binnen land | 0,46 | 0,56 | 0,63 | 0,50 | 0,80 |
| | Küste und Inseln der Ostsee | 0,60 | 0,70 | 0,77 | | |
| 3 | Binnen land | 0,56 | 0,67 | 0,77 | | |
| | Küste und Inseln der Ostsee | 0,74 | 0,84 | 0,91 | 0,70 | 1,12 |
| 4 | Binnen land | 0,67 | 0,81 | 0,91 | 0,50 | 0,80 |
| | Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee | 0,88 | 0,98 | 1,09 | 0,70 | 1,12 |
| | Inseln der Nordsee | 0,98 | - | - | | |

Es zeigt sich, dass vor allem für Aufbauten in der Windzone 1, Konstruktionen mit Bauhöhe zwischen 8 und 10m, und für höhere Bauwerke im Binnenland der Zone 2 in Zukunft günstigere Windlasten angesetzt werden können. Da der Betriebswind für höhere Bauwerke allerdings etwas erhöht wurde, wird sich diese Verringerung am Ende nicht in allen Fällen bemerkbar machen.

## Praktische Bedeutung für Einzelbauwerke.

Abschließend sollen qualitativ Einfluss und Auswirkung der zukünftigen Windlasten differenziert nach 5 Bauwerkstypen erläutert werden:

1. kleine Bühnen, Bauhöhe kleiner 5,0 m: Für solche Konstruktionen ist in der Regel der Betriebswind sowohl für den Nachweis der Einzelbauteile als auch für die Dimensionierung des Ballastes maßgebend. Der Betriebswind wird in Zukunft bei den kleinen Bauhöhen ca. 30 % höher ausfallen, so dass die Belastungssituation ungünstiger wird. Bühnen aus 4 Punkt-Traversen haben bei diesen Größenordnungen aber in der Regel noch Tragreserven, so dass am Ende nur der Ballast erhöht werden muss.

2. mittlere Bühnen Bauhöhen zwischen 5,0 m und 8,0 m: Hier ist in der Regel ebenfalls der Betriebswind maßgebend. Da sich die Höhen des Windprofils ändern werden, treten folgende Situationen auf: Die Belastung der Dachfläche wird günstiger. Windlasten auf Wände werden bei 5,0 m Höhe ungünstiger und erst ab einer Höhe von ca. 8,0 m günstiger sein. Grob abgeschätzt wird der Ballast sich damit nur in einer Größenordnung von ±10% ändern.

3. große Bühnen, Bauhöhen größer 8,0 m: Hier sind je nach Geometrie und Bauteil der Bühne der Betriebswind oder auch der Fall ohne Windstärkenbegrenzung maßgebend. Für den Nachweis der Dach-Bauteile ist in der Regel der Fall ohne Windstärkenbegrenzung maßgebend. Hier werden die Windlasten insbesondere für die Windzonen 1 und 2 deutlich günstiger. Die Lasten auf die Seitenwände (in der Regel nur Betriebswind , da sonst abgetakelt wird) sind bei 8,0m Höhe noch günstiger, werden aber mit zunehmender Höhe wieder ungünstiger. Den Einfluss auf die Ballastierung kann man praktisch im Vorfeld nicht qualitativ abschätzen, da neben der Bauhöhe auch die Breite und Tiefe bedeutenden Einfluss haben.

4. PA-Türme und Unterkonstruktionen für Werbeflächen: Für Konstruktionen, die mit Windstärkenbegrenzung betrieben werden und deren Windangriffsfläche im wesentlichen oben positioniert ist, werden die Lasten unterhalb von 5,0m und oberhalb von 8,0m ungünstiger, dazwischen günstiger. Für Konstruktionen, die ohne Windstärkenbegrenzung betrieben werden und deren Windangriffsfläche im wesentlichen oben positioniert ist, werden die Lasten bei Aufbauten in der Windzone 1 und 2 deutlich günstiger. In Windzonen 3 und 4 bewegen sich die Lasten in der gleichen Größenordnung. Für Konstruktionen mit über die Höhe gleichmäßig verteilter Windangriffsfläche gelten sinngemäß die gleichen Bedingungen wie für die Wände der Bühnen.

5. Zelte: Für Zelte bis 5,0 m Höhe verändern sich die Lasten nicht. Zwischen 5 und 8 m Höhe werden die Lasten ca. 20 % größer. Ab 8m Höhe werden die Windlasten dann günstiger. Pauschale Voraussagen sind auch wieder nur schwer möglich, da es im Einzelfall davon abhängt, welche und wie viel Fläche nun mit erhöhtem bzw. reduziertem Staudruck beaufschlagt werden. Sicher kann nur gesagt werden, dass sich für kleine Zelte unter 5,0 m nichts verändert. Für hohe Zelte größer 10 - 12 m werden die Lasten eher günstiger. Dazwischen gibt es sicherlich Fälle, die ungünstiger werden.

www.krasenbrink-bastians.de, www.vom-felde.de