

DIN EN 13084-8

The logo consists of the letters 'DIN' in a bold, sans-serif font, enclosed within a rectangular border that has horizontal lines extending from the top and bottom edges.

ICS 91.060.40

**Freistehende Schornsteine –  
Teil 8: Entwurf, Bemessung und Ausführung von  
Tragmastkonstruktionen mit angehängten Abgasanlagen;  
Deutsche Fassung EN 13084-8:2005**

Free-standing industrial chimneys –  
Part 8: Design and execution of mast construction with satellite components;  
German version EN 13084-8:2005

Cheminées auto-portantes –  
Partie 8: Conception et mise en oeuvre des mâts intégrant des conduits systèmes  
métalliques;  
Version allemande EN 13084-8:2005

Gesamtumfang 16 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

## **Nationales Vorwort**

Diese Norm wurde im CEN/TC 297 „Freistehende Industrieschornsteine“, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird, ausgearbeitet.

Der nationale Spiegelausschuss 11.37.00 „Freistehende Industrieschornsteine“ (SpCEN/TC 297) hat von deutscher Seite die Arbeiten mit seinen Experten begleitet.

---

ICS 91.060.40

**Deutsche Fassung**

**Freistehende Schornsteine —  
Teil 8: Entwurf, Benennung und Ausführung von  
Tragmastkonstruktionen mit angehängten Abgasanlagen**

Free-standing industrial chimneys —  
Part 8: Design and execution of mast construction with  
satellite components

Cheminées auto-portantes —  
Partie 8: Conception et mise en oeuvre des mâts intégrant  
des conduits systèmes métalliques

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. März 2005 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

**Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel**

## Inhalt

	Seite
Vorwort.....	3
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweisungen .....	4
3 Begriffe.....	4
4 Anforderungen an die Bauteile.....	6
4.1 Tragmast .....	6
4.2 Satellitenrohre .....	6
5 Entwurf, Berechnung und Bemessung.....	6
5.1 Allgemeine Anforderungen an den Entwurf.....	6
5.1.1 Allgemeines .....	6
5.1.2 Geschweißte Rohre.....	6
5.1.3 Vorgefertigte Elemente für System-Abgasanlagen .....	6
5.2 Berechnung und Bemessung .....	7
5.2.1 Allgemeines .....	7
5.2.2 Einwirkungen.....	7
6 Anforderungen an die Montage.....	8
Anhang A (normativ) Berechnungsverfahren zur Bestimmung von Querschwingungen, die durch Wind verursacht werden .....	9
A.1 Beispiele für die Definition des umhüllenden Durchmessers .....	9
A.2 Wirbelerregung.....	9
A.2.1 Kritische Windgeschwindigkeit.....	9
A.2.2 Bestimmung des maximalen Schwingwegamplitudenverhältnisses .....	10
A.2.3 Nachweise.....	12
A.3 Klassisches Galloping.....	13
A.3.1 Einsetzgeschwindigkeit für klassisches Galloping.....	13
A.3.2 Nachweis.....	13
Literaturhinweise.....	14
<b>Bilder</b>	
Bild 1 — Beispiele einer Tragmastkonstruktion mit angehängten Satellitenrohren.....	5
Bild A.1 — Definition des umhüllenden Durchmessers $D$ .....	9
<b>Tabellen</b>	
Tabelle A.1 — Parameter $a$ für die Ermittlung der maximalen Schwingwegamplitude $y_F/D$ durch Wirbelerregung.....	12
Tabelle A.2 — Parameter $St_0$ , $k$ und $q$ für die Ermittlung der Strouhalzahl $St$ .....	12

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 13084-8:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 297 „Free-standing industrial chimneys“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2005 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm ist Teil 8 des unten gelisteten Normenpaketes:

- EN 13084-1, *Freistehende Schornsteine — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*
- EN 13084-2, *Freistehende Schornsteine — Teil 2: Betonschornsteine*
- EN 13084-4, *Freistehende Schornsteine — Teil 4: Innenrohre aus Mauerwerk — Entwurf, Bemessung und Ausführung*
- EN 13084-5, *Freistehende Schornsteine — Teil 5: Baustoffe für Innenrohre aus Mauerwerk — Produktfestlegungen*
- EN 13084-6, *Freistehende Schornsteine — Teil 6: Innenrohre aus Stahl — Entwurf, Bemessung Konstruktion und Ausführung*
- EN 13084-7, *Freistehende Schornsteine — Teil 7: Produktfestlegungen für zylindrische Stahlbauteile zur Verwendung in einschaligen Stahlschornsteinen und Innenrohre aus Stahl*
- EN 13084-8, *Freistehende Schornsteine — Teil 8: Entwurf, Bemessung und Ausführung von Tragmastkonstruktionen mit angehängten Abgasanlagen*

Zusätzlich gilt

- EN 1993-3-2, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 3-2: Türme, Maste und Schornsteine — Schornsteine*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt das Verfahren zur Festlegung der Entwurfs- und Bemessungskriterien sowie das Verfahren der Montage für freistehende Tragmastkonstruktionen mit Satellitenrohren aus geschweißten Rohren nach prEN 13084-7 oder aus vorgefertigten Elementen für System-Abgasanlagen nach EN 1856-1:2003, Tabelle D.1.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1443:2003, *Abgasanlagen — Allgemeine Anforderungen*

EN 1856-1:2003, *Abgasanlagen — Anforderungen an Metall-Abgasanlagen — Teil 1: Bauteile für System-Abgasanlagen*

EN 1856-2, *Abgasanlagen — Anforderungen an Metall-Abgasanlagen — Teil 2: Innenrohre und Verbindungsstücke aus Metall*

EN 1859:2000, *Abgasanlagen — Metall-Abgasanlagen — Prüfverfahren*

EN 1990, *Grundlagen der Tragwerksplanung*

ENV 1991-2-4, *Eurocode 1: Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkung auf Tragwerke — Teil 2-4: Einwirkungen auf Tragwerke — Einwirkung von Wind*

ENV 1993-3-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 3-1: Türme, Maste und Schornsteine; Türme und Maste*

ENV 1993-3-2:1997, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 3-2: Türme, Maste und Schornsteine — Schornsteine*

EN 13084-1:2000, *Freistehende Schornsteine — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 13084-6:2004, *Freistehende Schornsteine — Teil 6: Innenrohre aus Stahl - Bemessung und Ausführung*

prEN 13084-7, *Freistehende Schornsteine — Teil 7: Produktfestlegungen für zylindrische Stahlbauteile zur Verwendung in einschaligen Stahlschornsteinen und Innenrohren aus Stahl*

EN 13384-1, *Abgasanlagen — Wärme- und strömungstechnische Berechnungsverfahren — Teil 1: Abgasanlagen mit einer Feuerstätte*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1443:2003, EN 1856-1:2003, EN 1859:2000, EN 13084-1:2000, EN 13084-6:2004 und die folgenden Begriffe.

### 3.1

#### **Tragmastkonstruktion**

freistehende Stahlkonstruktion aus einem Tragmast und einem oder mehreren angehängten Satellitenrohren (siehe Bild 1)

**3.2**

**Tragmast**

aus Rohr- oder Profilquerschnitten hergestelltes Bauteil, an dem die Satellitenrohre befestigt werden, das als Kragssystem, mit Seilen abgespannt oder an einem Gebäude abgestützt sein kann (siehe Bild 1)

**3.3**

**Satellitenrohr**

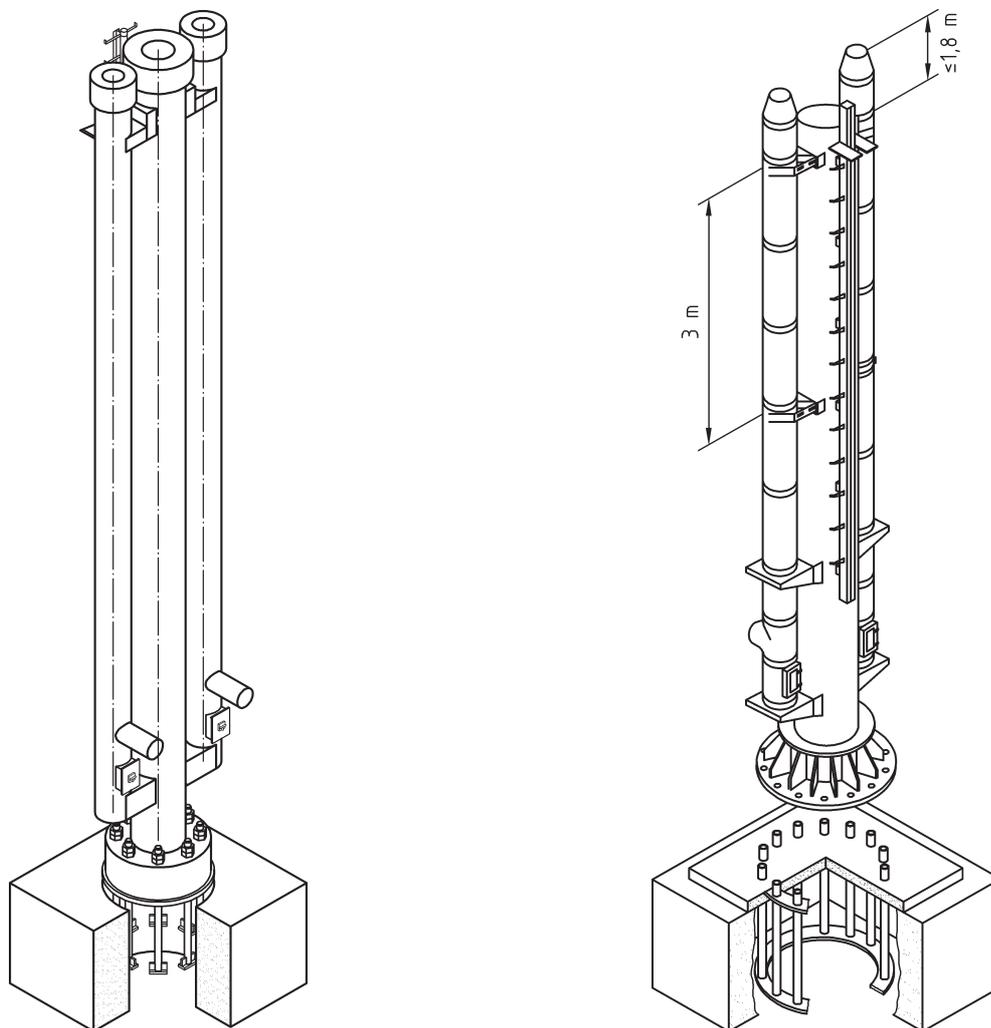
Bauteil, das außen am Tragmast angebracht ist (siehe Bild 1)

**3.4**

**Mastbefestigungsband**

festе bauliche Verbindung zwischen dem Tragmast und den Satellitenrohren zur Aufnahme der horizontalen Lasten (siehe Bild 1)

Maße in Meter



a) Konstruktion unter Verwendung von geschweißten Rohren nach prEN 13084-7

b) Konstruktion unter Verwendung von vorgefertigten Elementen für System-Abgasanlagen nach EN 1856-1:2003, Tabelle D.1

**Bild 1 — Beispiele einer Tragmastkonstruktion mit angehängten Satellitenrohren**

## **EN 13084-8:2005 (D)**

### **3.5**

#### **Mastführungsstütze**

bauliche Verbindung zwischen dem Tragmast und den Satellitenrohren, die eine seitliche Abstützung, aber auch eine vertikale Bewegung der Satellitenrohre ermöglicht (siehe Bild 1)

## **4 Anforderungen an die Bauteile**

### **4.1 Tragmast**

Entwurf und Bemessung, Werkstoffe und Herstellung des Tragmastes müssen ENV 1993-3-1 und ENV 1993-3-2 entsprechen.

Die Stahlkonstruktion ist nach ENV 1993-3-1 und ENV 1993-3-2 gegen Korrosion zu schützen.

### **4.2 Satellitenrohre**

Geschweißte Rohre müssen in Übereinstimmung mit prEN 13084-7 sein.

Vorgefertigte Elemente für System-Abgasanlagen, die als Satellitenrohre verwendet werden, müssen in Übereinstimmung mit EN 1856-1 sein

## **5 Entwurf, Berechnung und Bemessung**

### **5.1 Allgemeine Anforderungen an den Entwurf**

#### **5.1.1 Allgemeines**

Der lichte Durchmesser der Satellitenrohre ist in Übereinstimmung mit EN 13084-1:2000, Anhang A zu ermitteln. Bis zu einer Höhe von 20 m darf EN 13384-1 verwendet werden.

Die Satellitenrohre sind ohne Schrägführung am Tragmast zu befestigen.

Jedes Satellitenrohr ist mit einer Reinigungstür und einem Drainageanschluss auszurüsten.

Jedes Satellitenrohr darf nur Bauteile des gleichen Rohrtyps und gleichen lichten Durchmessers haben.

Die äußere Oberflächentemperatur muss in Übereinstimmung mit den Angaben in EN 13084-6 sein.

Die Konstruktion muss Kontaktkorrosion zwischen unterschiedlichen Werkstoffen verhindern.

Geschraubte Verbindungen müssen einen Schrauben mindesten der Größe M12 haben.

#### **5.1.2 Geschweißte Rohre**

Der Abstand zwischen den Punkten, an denen die geschweißten Satellitenrohre am Tragmast befestigt sind, sowie die überkragende freie Länge sind auf Grund von statischen Berechnungen festzulegen.

#### **5.1.3 Vorgefertigte Elemente für System-Abgasanlagen**

Die Bauhöhe der gesamten Konstruktion mit vorgefertigten Elementen für System-Abgasanlagen nach EN 1856-1 darf 30 m über Gelände nicht übersteigen.

Die Befestigungen der Elemente am Tragmast sollten im Bereich der Rohrstöße sowie im Bereich des Feuerungsanschlusses und der Prüföffnung angeordnet werden. Es sind die vom Hersteller der Elemente für System-Abgasanlagen entworfenen Mastbefestigungsbänder bzw. Mastführungsstützen zu verwenden.

Bei vorgefertigten Elementen für System-Abgasanlagen darf der Abstand zwischen den Befestigungspunkten 75 % der vom Hersteller erklärten Werte, wie sie in EN 1856-1 und EN 1856-2 definiert sind, maximal 3,0 m, nicht überschreiten. (Für den Fall, dass keine Ergebnisse aus Windbelastungsprüfungen nach EN 1859 vorliegen, beträgt der maximale Abstand 1,5 m.) Die über die oberste Befestigung auskragende freie Länge darf 66 % der vom Hersteller erklärten Werte, wie sie in EN 1856-1 und EN 1856-2 definiert sind, maximal 2,0 m, nicht überschreiten. (Für den Fall, dass keine Ergebnisse aus Windbelastungsprüfungen nach EN 1859 vorliegen, beträgt die Länge des freien Endes maximal 1,0 m.)

Die maximale Länge zwischen den vertikalen Unterstützungen ist vom Hersteller der vorgefertigten Elemente für System-Abgasanlagen anzugeben. Sofern erforderlich, sind zusätzliche Zwischenunterstützungen anzubringen.

## **5.2 Berechnung und Bemessung**

### **5.2.1 Allgemeines**

Es gelten die in EN 1990 festgelegten Bemessungsgrundlagen. Für jede Art der Ausführung bzw. Bauart sind gesonderte Berechnungen durchzuführen.

Der Mast mit den angehängten Satellitenrohren ist sowohl für den Endzustand als auch für alle Phasen der Montage nach ENV 1993-1 und ENV 1993-3-2 zu berechnen und zu bemessen.

Die angehängten Satellitenrohre sind nach EN 13084-6 und prEN 13084-7 zu berechnen und zu bemessen. Vorgefertigte Elemente für System-Abgasanlagen müssen mit den Anforderungen in EN 1856-1 übereinstimmen und für den beabsichtigten Verwendungszweck zertifiziert sein.

### **5.2.2 Einwirkungen**

#### **5.2.2.1 Allgemeines**

Es gilt EN 13084-1.

Die Einwirkungen durch Wind sind mit dem umhüllenden Durchmesser  $D$  zu ermitteln (siehe Bild A.1).

#### **5.2.2.2 Einwirkungen durch Wind in Windrichtung**

Einwirkungen durch Wind auf die Tragmastkonstruktion in Windrichtung sind nach ENV 1991-2-4 zu berechnen.

Wenn kein anderer Wert nachgewiesen werden kann, ist der aerodynamische Kraftbeiwert mit  $c_f = 1,2$  anzusetzen.

Für angehängte Satellitenrohre ist der aerodynamische Kraftbeiwert mit  $c_f = 1,5$  anzusetzen. Wenn bei vorgefertigten Elementen für System-Abgasanlagen die 3-Sekunden-Windgeschwindigkeit an der Spitze der Konstruktion mehr als 30 m/s beträgt, sind für die Verwendung von Elementen nach EN 1856-1, die nach EN 1859 mit einer maximalen Einwirkung von 1,5 kN/m<sup>2</sup> geprüft sind, zusätzliche Nachweise erforderlich.

Der Böenreaktionsfaktor  $\varphi_B$  ist unter Verwendung eines logarithmischen Dämpfungsdekrementes von  $\delta_B = 0,1$  zu ermitteln.

#### **5.2.2.3 Wirbelerregte Schwingungen**

Wirbelerregte Schwingungen sind nach A.2 zu berechnen.

## **EN 13084-8:2005 (D)**

### **5.2.2.4 Klassisches Galloping**

Die Stabilität der Tragemastkonstruktion gegenüber klassischen Gallopingschwingungen ist nach A.3 nachzuweisen.

## **6 Anforderungen an die Montage**

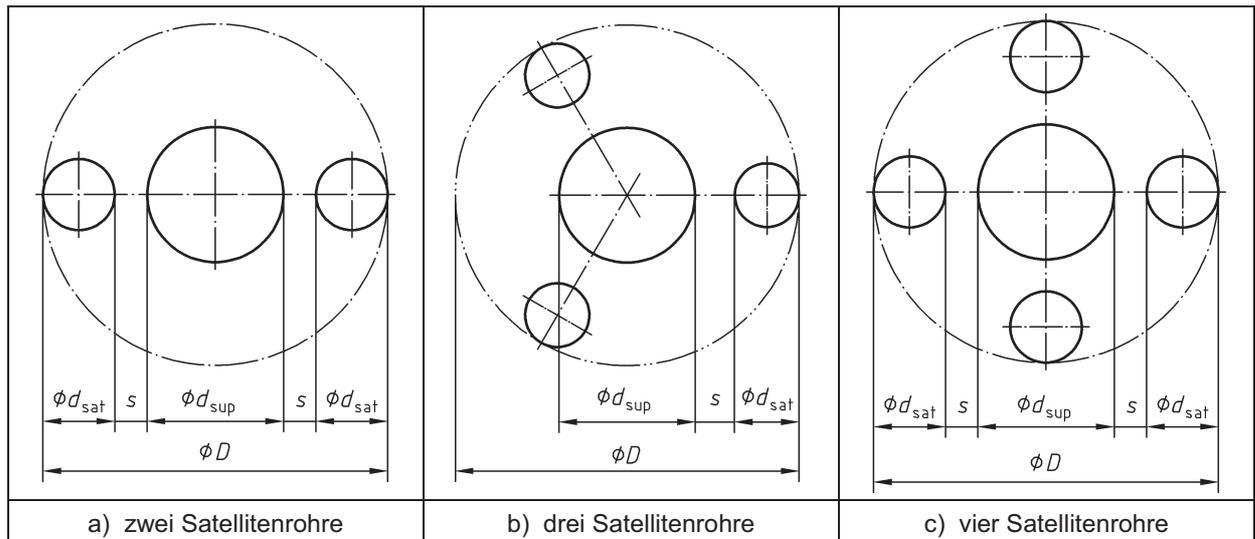
Für Tätigkeiten auf der Baustelle sind ENV 1993-3-2 und EN 13084-1 zu beachten.

Wenn vorgefertigte Elemente für System-Abgasanlagen verwendet werden, sind die Montageanweisungen des Herstellers zu beachten.

## Anhang A (normativ)

### Berechnungsverfahren zur Bestimmung von Querschwingungen, die durch Wind verursacht werden

#### A.1 Beispiele für die Definition des umhüllenden Durchmessers



#### Legende

- $d_{sat}$  äußerer Durchmesser der Satellitenrohre
- $s$  Spalt zwischen Tragmast und Satellitenrohr
- $d_{sup}$  äußerer Durchmesser des Tragemastes
- $D$  umhüllender Durchmesser der gesamten Konstruktion

Bild A.1 — Definition des umhüllenden Durchmessers  $D$

#### A.2 Wirbelerregung

##### A.2.1 Kritische Windgeschwindigkeit

Die kritische Windgeschwindigkeit  $v_{crit}$ , bei der die Frequenz der Schwingungserregung gleich der Eigenfrequenz der gesamten Tragemastkonstruktion ist, ergibt sich aus:

$$v_{crit} = \frac{f_e \cdot D}{St} \quad (A.1)$$

Dabei ist

$f_e$  Grundeigenfrequenz der gesamten Tragemastkonstruktion;

$St$  Strouhalzahl nach Gleichung (A.8).

## EN 13084-8:2005 (D)

Kritische Resonanz kann nicht entstehen, wenn:

$$v_{\text{crit}} > 1.25 \cdot v_m(z)$$

Dabei ist

$v_m(z)$  die mittlere Windgeschwindigkeit nach ENV 1991-2-4, ermittelt auf der Höhe (z), dem Zentrum der Wirklänge, in der Wirbelerregung erfolgt.

### A.2.2 Bestimmung des maximalen Schwingwegamplitudenverhältnisses

Das maximale Schwingwegamplitudenverhältnis,  $\max y_F/D$ , das bei der kritischen Windgeschwindigkeit auftritt, ist wie folgt zu berechnen:

$$\frac{\max y_F}{D} = \frac{\varepsilon \cdot a}{\frac{Sc}{K} \cdot \frac{St^2}{K_W}} \quad \text{gültig für } \max y_F/D \leq 0,3 \quad (\text{A.2})$$

ANMERKUNG Die vereinfachten Gleichung basieren auf einer Linearisierung der aerodynamischen Werte für wirbelerregte Schwingwegamplituden. Dies schränkt die Gültigkeitsgrenzen ein.

Bei kleinen Amplituden ( $\max y_F/D \leq 0,1$ ) werden die Werte überschätzt und wenn  $\max y_F/D \geq 0,3$ , können die Werte unterschätzt werden.

Werte  $\max y_F/D \geq 0,3$  deuten auf eine mögliche Instabilität des Bauwerkes hin. Maßnahmen, wie Erhöhung der Dämpfung oder Vergrößerung des Abstandes zwischen dem Tragrohr und den Satellitenrohren, sind in Erwägung zu ziehen.

Dabei ist

$\max y_F$  die maximale Schwingwegamplitude (rechnerischer Wert der horizontalen Auslenkung);

$\varepsilon$  schlankheitsabhängige Abminderungsfaktor nach Gleichungen (A.3) bis (A.5).

$$\varepsilon = 0 \quad \text{für } \frac{h_F}{D} \leq 7,1 \quad (\text{A.3})$$

$$\varepsilon = -0,085 + 4,6 \times 10^{-6} \cdot \left(\frac{h_F}{D}\right)^5 \quad \text{für } 7,1 < \frac{h_F}{D} < 11,9 \quad (\text{A.4})$$

$$\varepsilon = 1,0 \quad \text{für } \frac{h_F}{D} \geq 11,9 \quad (\text{A.5})$$

$h_F$  die Gesamthöhe;

$a$  Parameter nach Tabelle A.1;

$Sc$  der Scrutonzahl

$$Sc = \frac{2 \cdot m \cdot \delta}{\rho \cdot D^2} \quad (\text{A.6})$$

$m$  die reduzierte Masse der gesamten Tragmastkonstruktion je Längeneinheit nach ENV 1991-2-4. Zur Vereinfachung kann die gemittelte Masse je Längeneinheit im oberen Drittel, einschließlich aller angehängter Bauteile, angesetzt werden;

$\delta$  das logarithmische Dekrement der Strukturdämpfung der gesamten Tragmastkonstruktion.

Das logarithmische Dämpfungsdekrement ist wie folgt anzusetzen:

$$\delta = \delta_{\text{sup}} + \sum_{i=1}^n \Delta\delta_{\text{sat}}(i) \quad (\text{A.7})$$

Das Dämpfungsdekrement  $\delta_{\text{sup}}$  eines geschweißten oder mit HV-Schrauben vorgespannten Tragmastes ist mit  $\delta_{\text{sup}} = 0,015$  anzusetzen.

Bei geschweißten Rohren bestimmt die Art der Verbindung zwischen den Satellitenrohren und dem Tragmast das logarithmische Dämpfungsdekrement  $\Delta\delta_{\text{sat}}$ . Der Rat eines Spezialisten sollte eingeholt werden.

Bei vorgefertigten Elementen für System-Abgasanlagen bestimmt die Art der Verbindung zwischen den Elementen das logarithmische Dämpfungsdekrement. Die folgenden Werte können angesetzt werden:

- Satellitenrohre mit formschlüssigen Verbindungen zwischen den Bauteilen  $\Delta\delta_{\text{sat}} = 0,006$
- Satellitenrohre mit kraftschlüssigen Verbindungen zwischen den Bauteilen  $\Delta\delta_{\text{sat}} = 0,008$

$n$  die Zahl der Satellitenrohre;

$\rho$  die Dichte der Luft (1,25 kg/m<sup>3</sup>);

$K$  der Beiwert der Schwingungsform nach ENV 1991-2-4. Für Kragssysteme darf  $K$  mit 0,13 angesetzt werden;

$St$  die Strouhalzahl nach Gleichung (A.8).

$$St = St_0 + k \left( \frac{s}{d_{\text{sat}}} \right)^q \quad \text{für } 0 \leq s/d_{\text{sat}} \leq 0,8 \quad (\text{A.8})$$

mit  $St_0$ ,  $k$  und  $q$  nach Tabelle A.2

$K_W$  der Wirklängenfaktor nach ENV 1991-2-4. Für Kragssysteme darf  $K_W$  nach Gleichung (A.9) ermittelt werden.

$$K_W = 3 \cdot \frac{L/D}{h_F/D} \left[ 1 - \frac{L/D}{h_F/D} + \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{L/D}{h_F/D} \right)^2 \right] \quad \text{aber nicht größer als } K_W = 0,6 \quad (\text{A.9})$$

$L$  die Wirklänge nach ENV 1991-2-4

**Tabelle A.1 — Parameter  $a$  für die Ermittlung der maximalen Schwingwegamplitude  $y_F/D$  durch Wirbelerregung**

Abstandsverhältnis $s/d_{sat}$	2 Satellitenrohre			3 Satellitenrohre			4 Satellitenrohre		
	$d_{sat}/d_{sup}$			$d_{sat}/d_{sup}$			$d_{sat}/d_{sup}$		
	0,42	0,56	0,80	0,42	0,56	0,80	0,42	0,56	0,80
0,0	0,11	0,33	0,44	0,22	0,45	0,55	0,45	0,45	0,45
0,1	0,055	0,17	0,28	0,55	0,66	0,77	0,45	0,45	0,45
0,2	0,055	0,17	0,28	0,45	0,50	0,55	0,45	0,45	0,45
0,3	0,055	0,055	0,17	0,17	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
0,4	0,055	0,055	0,055	0,17	0,33	0,33	0,22	0,22	0,22
0,5	0,055	0,055	0,055	0,17	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
0,6	0,055	0,055	0,055	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
0,7	0,055	0,055	0,055	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
0,8	0,055	0,055	0,055	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

$s, d_{sat}, d_{sup}$  siehe Bild A.1  
Zwischenwerte sind linear zu interpolieren

**Tabelle A.2 — Parameter  $St_0, k$  und  $q$  für die Ermittlung der Strouhalzahl  $St$**

Parameter für Gleichung (A.8)	2 Satellitenrohre			3 Satellitenrohre			4 Satellitenrohre		
	$d_{sat}/d_{sup}$			$d_{sat}/d_{sup}$			$d_{sat}/d_{sup}$		
	0,42	0,56	0,80	0,42	0,56	0,80	0,42	0,56	0,80
$St_0$	0,16	0,16	0,16	0,13	0,13	0,13	0,17	0,17	0,17
$k$	0,18	0,53	0,82	0,15	0,21	0,33	0,24	0,27	0,27
$q$	1,0	1,7	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

$d_{sat}, d_{sup}$  siehe Bild A.1  
Zwischenwerte sind linear zu interpolieren

### A.2.3 Nachweise

#### A.2.3.1 Angehängte Bauteile

Satellitenrohre und alle an den Tragmast angehängten Bauteile sind nach ENV 1991-2-4 auf Schwingungen zu untersuchen. Der Nachweis der Betriebsfestigkeit von dynamische beanspruchten Bauteilen ist nach ENV 1993-3-2 zu erbringen.

Sofern vorgefertigte Elemente für System-Abgasanlagen nach EN 1856-1 verwendet werden und die in diesem Anhang festgelegten Anforderungen erfüllt sind, gilt der oben genannte Nachweis für diese Elemente als erbracht.

#### A.2.3.2 Tragmast

Der Nachweis von dynamisch beanspruchten Bauteilen ist nach ENV 1993-3-2:1997, Anhang C zu führen.

## A.3 Klassisches Galloping

### A.3.1 Einsetzgeschwindigkeit für klassisches Galloping

Bei Ausführung mit drei oder vier Satellitenrohren nach Bild A.1 kann klassisches Galloping auftreten.

ANMERKUNG Bei der Ausführung mit 2 Satellitenrohren ist klassisches Galloping noch nicht beobachtet worden. Bei der Ausführung mit mehr als 4 Satellitenrohren oder anderen als in Bild A.1 gezeigten geometrischen Formen sollte der Rat eines Spezialisten eingeholt werden.

Die Einsetzgeschwindigkeit  $v_{CG}$  für klassisches Galloping kann abgeschätzt werden durch

$$v_{CG} = \frac{2 \cdot S_c}{a_G} \cdot f_e \cdot D \quad (\text{A.10})$$

Dabei sind  $f_e$ ,  $D$  und  $S_c$  wie in Gleichung (A.1) definiert und  $a_G$  der Instabilitätsfaktor nach Gleichungen (A.11) bis (A.14):

Für eine Tragmastkonstruktion mit 3 Satellitenrohren:

$$a_G = 0,4 - 0,6 \cdot \frac{s}{d_{\text{sat}}} \quad \text{für } 0 \leq \frac{s}{d_{\text{sat}}} \leq 0,67 \quad (\text{A.11})$$

$$a_G = 0 \quad \text{für } \frac{s}{d_{\text{sat}}} > 0,67 \quad (\text{A.12})$$

Für eine Tragmastkonstruktion mit 4 Satellitenrohren:

$$a_G = 0,7 - 3,0 \cdot \frac{s}{d_{\text{sat}}} \quad \text{für } 0 \leq \frac{s}{d_{\text{sat}}} \leq 0,23 \quad (\text{A.13})$$

$$a_G = 0 \quad \text{für } \frac{s}{d_{\text{sat}}} > 0,23 \quad (\text{A.14})$$

### A.3.2 Nachweis

Es ist nachzuweisen, dass

$$v_{CG} \geq 1,25 \cdot v_m(z)$$

Dabei ist

$v_m(z)$  die mittlere Windgeschwindigkeit nach ENV 1991-2-4, ermittelt in der Höhe ( $z$ ), in der die Wirbelerregung erfolgt. Dies ist meistens die Stelle der größten Schwingwegamplitude.

## Literaturhinweise

EN 13384-1, *Abgasanlagen — Wärme- und Strömungstechnische Berechnungsverfahren — Teil 1: Abgasanlagen mit einer Feuerstätte*