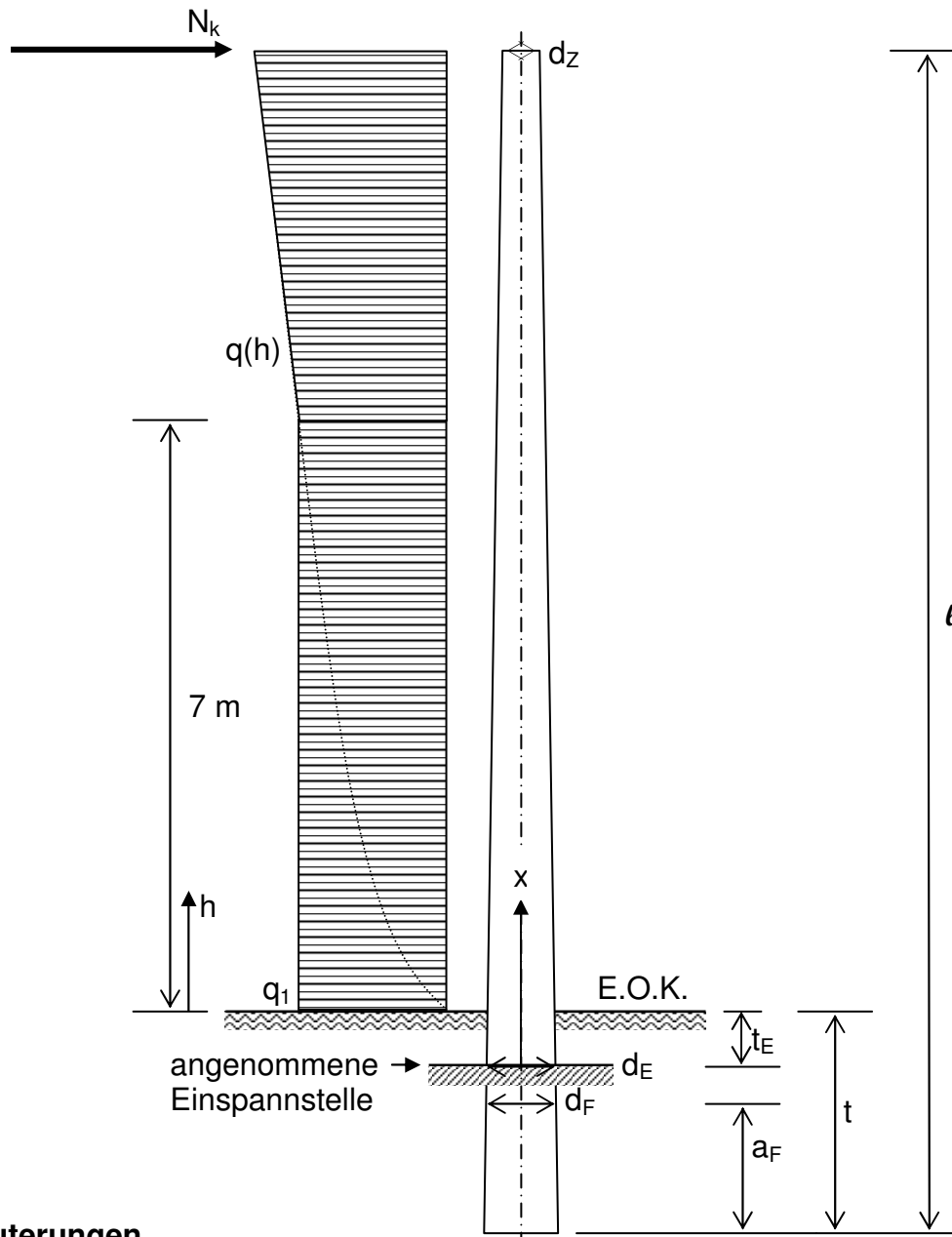


Berechnung der Nutzlast

(Anlage zu den Nutzlast-Tabellen
des DHMV , Stand 16.09.2015)

System



Erläuterungen

- N_k = Nutzlast (charakteristischer Wert)
 $q_1 = k_{w25} \cdot k_{NN} \cdot 1,5 \cdot q_0$, $h \leq 7\text{m}$
 $q(h) = k_{w25} \cdot k_{NN} \cdot 1,7 \cdot q_0 \cdot (h/10)^{0,37}$, $h > 7\text{m}$ } Staudruck nach
EN 50341-2-4: 2015
 q_0 = Bezugsstaudruck für 4 unterschiedliche Windzonen } k_{w25} , k_{NN} : siehe Seite 2
 l = Länge des Mastes
 t = Eingrabetiefe (größerer Wert von : 1,60 m und $l/6$)
 t_E = Lage der angenommenen Einspannstelle unter E.O.K.
Beschluss des DHMV-Technikausschusses vom 19.9.2007 : $t_E = 0,00\text{ m}$
 d_E = Durchmesser an der angenommenen Einspannstelle
 d_Z = Zopfdurchmesser (Zopf- \emptyset)
 d_F = Fußdurchmesser (Fuß- \emptyset)
 a_F = 1,50 m , Lage des Fußdurchmessers d_F
 $a_n = (d_F - d_Z) / (l - a_F) = \text{Abholzigkeit}$

Formeln

A) Nutzlast bei Einhaltung der Biegefestigkeit

Bedingungsgleichung:

$$\sigma_B(N_d) + \sigma_B(M_{W,d}) \leq f_{m,k}/\gamma_M$$

mit:

$$\sigma_B(N_d) = \gamma_F N_k h_E / W_E \quad \text{Biegespannung an der Einspannstelle infolge Nutzlast}$$

$$\sigma_B(M_{W,d}) = \gamma_F M_{W,k} / W_E \quad \text{Biegespannung an der Einspannstelle infolge Wind}$$

Daraus folgt:

$$N_k = f_{m,k} \cdot W_E / (\gamma_F \cdot \gamma_M \cdot h_E) - M_{W,k}/h_E \quad \text{charakteristischer Wert der Nutzlast}$$

mit :

$$f_{m,k} = 35 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Biegefestigkeit , charakteristischer Wert}$$

$$W_E = \pi \cdot d_E^3/32 \quad \text{Widerstandsmoment an der Einspannstelle}$$

$$h_E = \ell - t + t_E \quad \text{Hebelarm der Nutzlast zur Einspannstelle}$$

$$\gamma_F = 1,35 \quad \text{Teilsicherheitswert für die Lasten im LF A (Wind \perp Leitung)}$$

$$\gamma_M = 1,40 \quad \text{Teilsicherheitswert für das Material Holz}$$

$$M_{W,k} = \varphi_R \cdot c \cdot \int_{x=0}^{x=h_E} (x \cdot q(x) \cdot d(x)) \cdot dx \quad \text{Moment infolge Wind an der Einspannstelle}$$

$$\varphi_R = 1,1 \quad \text{Faktor zur Berücksichtigung der Tragwerksreaktion}$$

$$c = 0,7 \quad \text{Windwiderstandsbeiwert}$$

$$d(x) = d_E - a_n \cdot x \quad \text{Durchmesser an der Stelle } x$$

$$q(x) = 0 \quad x \leq t_E \text{ (m)}$$

$$q(x) = q_1 = k_{w25} \cdot k_{NN} \cdot 1,5 \cdot q_0 \quad t_E < x \leq (7\text{m} + t_E)$$

$$q(x) = k_{w25} \cdot k_{NN} \cdot 1,7 \cdot q_0 \cdot ((x-t_E)/10)^{0.37} \quad x > (7\text{m} + t_E)$$

} Staudruckverlauf

$$k_{w25} = 1,0 \quad \text{in Windzone W1}$$

$$0,9 \quad \text{in Windzone W2, W3, W4} \quad \text{Anpassung an Belastungszeitraum von 25 Jahren}$$

$$k_{NN} = 0,25 + h_{NN}/1000 \quad \text{Staudruckvergrößerungsfaktor für Leitungen mit einer geodätischen Höhe } h_{NN} \text{ im Bereich } 750 \text{ m} \leq h_{NN} \leq 1100 \text{ m (Für } h_{NN} > 1100 \text{ m sind besondere Annahmen zu treffen.)}$$

B) Nutzlast bei Einhaltung der zulässigen Horizontalverschiebung des Zopfes

Bedingungsgleichung:

$$v_Z(N_d) + v_Z(W_d) \leq \text{zul.}v_Z$$

mit:

$$v_Z(N_d) = \gamma_F \cdot N_k \cdot v_Z(1) \quad \text{Verschiebung des Zopfe infolge Nutzlast}$$

$$v_Z(W_d) \approx \gamma_F \cdot v_Z(M_{W,k}/h_E) \cdot k \quad \text{Verschiebung des Zopfe infolge Wind}$$

$$k = 0,80 \quad \text{Faktor zur Korrektur der Annahme, dass der Wind als Einzellast an der Spitze und nicht, wie in Wirklichkeit, kontinuierlich über die Höhe verteilt angreift.}$$

$$\text{zul.}v_Z = \ell / 10 \quad \text{zulässige Verschiebung nach EN 50341-2-4, 7.5.6 DE.1}$$

Daraus folgt:

$$N_k = \text{zul.}v_Z / (\gamma_F \cdot v_Z(1)) - k \cdot M_{W,k} / h_E \quad \text{charakteristischer Wert der Nutzlast}$$

mit :

$$v_Z(1) = 1 \cdot h_E^3 / (3 \cdot E_k \cdot J_Z) \cdot (d_Z / d_E)^3 \quad \text{aus : prEN 14229-2006}$$

$$J_Z = \pi \cdot d_Z^4 / 64 \quad \text{Flächenträgheitsmoment am Zopf}$$

$$E_k = 2/3 \cdot E_{o,mean} = 9000 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Elastizitätsmodul (5%-Fraktile)}$$

C) Richtwert (v) des Festgehaltes für die Tränkung

$$v = \pi \cdot \ell / 4 \cdot \{ [(d_F + 5) - (a_n - 1,7) \cdot (\ell - 3) / 2]^2 + (a_n - 1,7)^2 \cdot \ell^2 / 12 \} \cdot 10^{-6} \quad , \text{ in m}^3$$

mit:

$$\begin{aligned} \ell &= \text{Mastlänge} && \text{in m} \\ d_F &= \text{Fußdurchmesser} && \text{in mm} \\ a_n &= \text{Abholzigkeit} && \text{in mm/m} \end{aligned}$$

16. 09. 2015
Prof. Dr.-Ing. Burkhard Schmidt