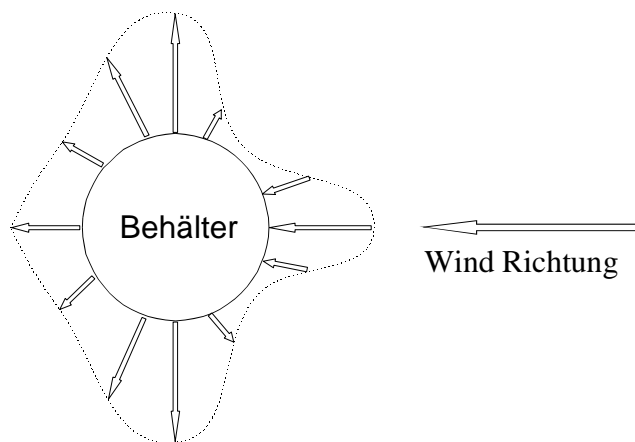


# WINDKRÄFTE

Windkräfte haben Einfluß auf die Festlegung der richtigen Wägezellen-Nennlast und die Auswahl der passenden Krafteinleitung bzw. Fesselung für eine Behälterverwiegung im Freien. Bei der Berechnung muß berücksichtigt werden, dass der Wind aus jeder horizontalen Richtung wirken kann (und dies auch tut).

Die Abbildung zeigt die Wirkung der Windkraft an einem vertikal stehenden Tank. Zu beachten ist, dass nicht nur auf der windzugewandten Seite eine Kraft entsteht, sondern dass auch auf der abgewandten Seite eine "Sog"-Kraft wirkt.

Diese Kräfte addieren sich und können ein Kippen des Behälters in Windrichtung bewirken. Die an den Seiten des Behälters wirkenden Kräfte haben den gleichen Betrag, wirken aber in entgegengesetzte Richtungen, so dass sie sich aufheben und keinen Einfluß auf die Stabilität des Behälters haben.



## WINDGESCHWINDIGKEIT

Die maximale Windgeschwindigkeit hängt vom Ort, der Höhe und der lokalen Situation (Gelände, offenes Feld, Küste usw.) ab. Nationale meteorologische Institute können statistische Werte für die Windgeschwindigkeiten nennen.

Beschreibung	Beaufort	km/h	mls/h	m/s
Wind	4	19,8- 28,8	12,4- 18,0	5,5- 8,0
stärkerer Wind	5	30,6- 37,8	19,1- 23,6	8,5-10,5
Starkwind	6	39,6- 48,6	24,8- 30,4	11,0-13,5
sehr starker Wind	7	50,4- 59,4	31,5- 37,1	14,0-16,5
stürmisch	8	61,2- 72,0	38,3- 45,0	17,0-20,0
Sturm	9	73,8- 84,6	46,1- 52,9	20,5-23,5
starker Sturm	10	86,4- 99,0	54,0- 61,9	24,0-27,0
sehr starker Sturm	11	100,8-113,4	63,0- 70,9	28,0-31,5
Orkan	12	115,2-180,0	72,0-112,5	32,0-50,0

# BERECHNUNG DER WINDKRÄFTE

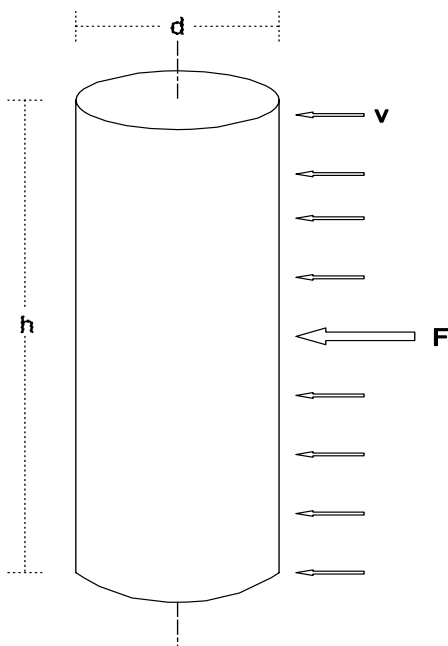
Die in der Windrichtung horizontalen Kräfte können wie folgt überschlägig berechnet werden:

$$F = 0,63 * c_w * A * v^2$$

- $c_w$  Luftwiderstandsbeiwert, für einen senkrecht stehenden Zylinder beträgt dieser Wert 0,8  
 $A$  Querschnittsfläche des Behälters, entspricht dem Produkt von Durchmesser und Höhe des Behälters ( $m^2$ )  
 $h$  Höhe des Behälters (m)  
 $d$  Durchmesser des Behälters (m)  
 $v$  Windgeschwindigkeit (m/s)  
 $F$  Am Behälter wirkende Windkraft (N)

$$F = 0,5 * A * v^2 = 0,5 * h * d * v^2$$

## BEISPIEL



Annahme :

$$v = 30 \text{ m/s}$$

$$h = 10 \text{ m}$$

$$d = 3 \text{ m}$$

Berechnung der Kraft :

$$F = 0,5 * h * d * v^2 \equiv$$

$$F = 0,5 * 10 * 3 * 30^2 \equiv$$

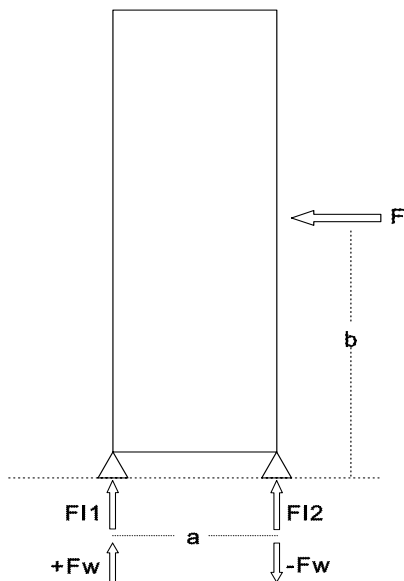
$$F = 13.500 \text{ N}$$

## ZUSAMMENFASSUNG

- Der Behälter sollte gegen Kippen gesichert werden.
- Die Windkräfte müssen bei der Wägezellenauswahl berücksichtigt werden.
- Bei nicht ständig horizontal wehenden Wind kann eine vertikale Kraftkomponente einen Meßfehler durch eine willkürliche Nullpunktverschiebung bewirken. Fehler von mehr als 1% der Wiegefähigkeit sind jedoch erst bei Windstärken von mehr als 7 Beaufort zu erwarten.

# AUSWIRKUNGEN AUF WÄGEZELLEN UND EINBAUTEILE

Die Auswirkung der Windkraft auf die Wägezellen unterscheidet sich von der Auswirkung auf den Behälter. Die Windkraft bewirkt ein Kipp-Moment, das durch ein resultierendes Kräftepaar an den Wägezellen aufgenommen werden muß.



$F_I$  = Gesamtkraft auf der Wägezelle  
 $F_w$  = Durch die Windkräfte erzeugte Lager Kräfte  
 $a$  = Abstand zwischen den Wägezellen

$$F * b = F_w * a$$

$$F_w = (F * b)/a$$

Auf  $F_{I1}$  wirkt  $F_w$  verstärkend,  $F_{I2}$  wird verringert.

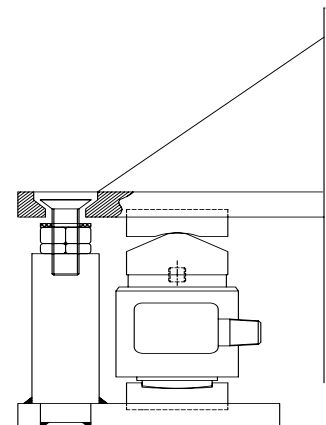
Mit der oben berechneten Windkraft von 13.500 N und einem Wert für  $b$ , der ungefähr der halben Behälterhöhe entspricht, kann  $F_w$  wie folgt berechnet werden:

$$F_w = (F * b)/a = (13.500 * 5)/3 = 22.500 \text{ N}$$

## ZUSAMMENFASSUNG

- Eine Abhebesicherung muß dann vorgesehen werden, wenn das Leergewicht des Behälters auf jede einzelne Wägezelle geringer ist als der Wert für  $F_w$  (im Beispiel 2250 kg).
- Bei der Wägezellenauswahl muß der Wert  $F_w$  zu der Last aus Leergewicht und Wiegefähigkeit addiert werden.

Wenn nicht im Einbauteil integriert, kann eine Abhebesicherung wie nebenstehend realisiert werden. Die Abhebesicherung muß mit einem Spiel von mind. 1 mm eingestellt sein und es ist erforderlich, dieses Spiel regelmäßig zu überprüfen.



# AUSWAHL DER WÄGEZELLEN-NENNLAST

Die Auswahl der benötigten Nennlast in einer Wiegeeinrichtung sollte auf folgenden Faktoren basieren :

- Ermitteln Sie das maximale Gewicht der zugeführten Last, oder "*Wiegegut*".
- Kalkulieren Sie das Nettogewicht der Konstruktion, oder "*Totlast*".
- Bestimme die Anzahl der einzusetzenden Wägezellen des Systems ( *N* ).
- Überprüfen Sie die mögliche Präsenz von ungleichen Lastverhältnissen ( *Faktor Fa* ). Dieser Faktor ist ein Zulage für zu geringe Nettogewicht-Einschätzung und ungleicher Lastverteilung. Standard :  $Fa = 1,3$ .
- Überprüfen Sie weitere Faktoren wie: Vibrationen, Schock etc. ( *Faktor Fb* ). Dieser Faktor ist ein dynamischer Lastfaktor; für statische Wiegeeinrichtungen  $Fb = 1$ .
- Berechnen der Windkraft *Fw*.

Die minimale Nennlast jeder einzelnen Wägezelle kann mit nachstehender Formel berechnet werden:

$$Fw + (Fa * Fb * \frac{Wiegegut + Totlast}{N})$$

## Genauigkeit:

Die auf dem Wägezellen-Datenblatt angegebenen Daten sollten die Basis für die Kalkulation der Genauigkeit, von einem nicht geeichten Wiegesystem sein.

Die Genauigkeit von einem Wiegesystem welches eichfähig sein soll, muß den OIML-Richtlinien entsprechen. Eine nichtselbsttätige Waage hat zum Beispiel den Richtlinien gemäß OIML R76-1 Ausgabe 1992 (EN 45.501) zu entsprechen.

## Kunden Unterstützung:

Die Revere Transducers Firmengruppe vereinigt eine 50-jährige Wägezellen Herstellung mit 50-jährigem Anwendungswissen. Für weitere Fragen wenden Sie sich bitte an unsere Fabrik oder an eines unserer regionalen Verkaufsbüros.

### Revere Transducers Europe

Ramshoorn 7  
Postbus 6909, 4802 HX Breda  
The Netherlands  
Tel. (+31)76-5480700  
Fax. (+31)76-5412854

Regional Büros in Deutschland, Frankreich und Großbritannien

