

Dipl.-Ing. Wilhelm Waltemath
Furkastraße 3A
12107 Berlin

Tel.: +49 (0)30 / 797 00 818
Fax: +49 (0)30 / 797 00 819
Mobil: 0170 / 14 19 111

Calveta

DVS 2205-2

Übersicht

1. Produktinformation	Seite 2
2. Eingabedialoge	4
• Projekt	6
• Allgemeines	7
• Abmessungen Behälter	8
• Abmessungen Auffangvorrichtungen	9
• Stützen	10
• Werkstoff	11
• Betriebsbedingungen	12
• Lagerflüssigkeit	13
• Lasten	15
- Lasten auf dem Dach	15
- Windlast	16
- Schneelast	23
3. Berechnen	29
• Wanddicken Behälter	30
• Wanddicken Auffangvorrichtung	30
• Verankerung	31
• Tragösen Behälter	32
• Tragösen Auffangvorrichtung	33
4. Anzeige der Ergebnisse	33

1.

Produktinformation

Was ist Calveta?

Calveta ist ein Computerprogramm, mit dem Sie statische Berechnungen von zylindrischen Kunststoffbehältern und Auffangvorrichtungen nach der Richtlinie DVS 2205-2 des Deutschen Verbands für Schweißtechnik e.V. erstellen können.

Das Programm wird von sämtlichen Prüfstellen anerkannt.

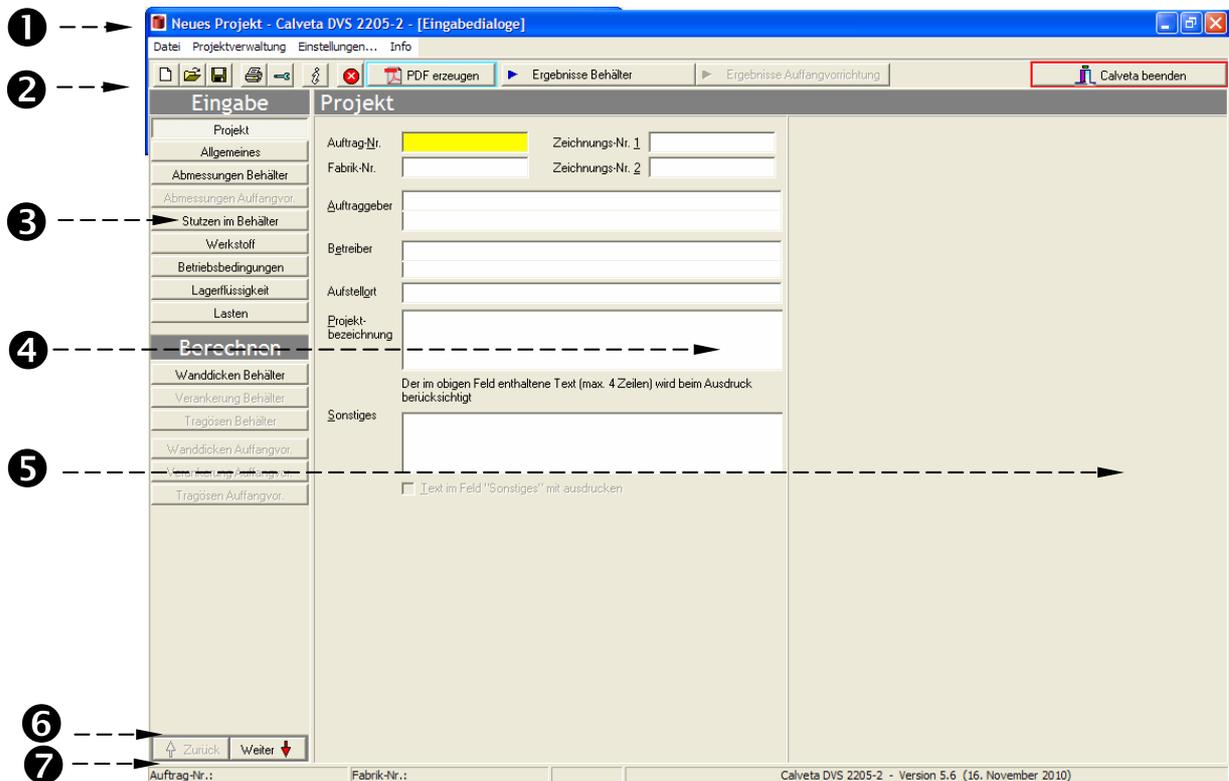
Leistungsmerkmale von Calveta

- ✓ Calveta benutzt die Windows-Oberfläche. Dadurch sind die aus anderen Windows-Programmen bekannten Symbole (z.B. für Datei öffnen, speichern, drucken usw.) und Befehle auch bei Calveta enthalten. Eine längere Einarbeitungszeit in das Programm und erhebliche Computerkenntnisse sind daher nicht erforderlich.
- ✓ Calveta läuft unter sämtlichen aktuellen Windows-Versionen.
- ✓ Das Programm besitzt keinen Kopierschutz.
- ✓ Völlig beliebige Reihenfolge der Eingaben oder Durchblättern („Weiter“ oder „Zurück“) der Eingabedialoge möglich.
- ✓ Calveta ermöglicht die statische Berechnung von
 - Behältern allein,
 - Auffangvorrichtungen allein,
 - Behältern und Auffangvorrichtungen gemeinsam.
- ✓ Behälter
 - mit Kegeldach,
 - mit Flachdach,
 - ohne Dach.
- ✓ Innen- oder Außenaufstellung (auch bei PP ist Außenaufstellung möglich).
- ✓ Eingabe eines zusätzlichen Über- oder Unterdrucks möglich.
- ✓ Beliebige Gebrauchsdauer (ganze Jahre) möglich, z.B. 11 Jahre.
- ✓ Sämtlich in der DVS-Richtlinie erwähnten thermoplastischen Werkstoffe sind integriert. Die Werkstoffe sind an keinen Hersteller gebunden.
- ✓ Herstellung des Zylindermantels aus verschweißten Tafeln oder aus Wickelrohr.
- ✓ Bis zu 14 Zylinderschüsse möglich.
- ✓ Der unterste Zylinderschuss kann (bei Herstellung aus verschweißten Tafeln) ein- oder zweischalig ausgeführt werden.
- ✓ Der maximale Stutzendurchmesser im Zylinder beträgt nach der DVS-Richtlinie 160 mm. Calveta ermöglicht aber die statische Nachweisführung auch mit größeren Stutzendurchmessern.
- ✓ Calveta beinhaltet die aktuelle Medienliste des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt).
- ✓ Calveta gestattet auch einen Füllungsgrad über 95 %.
- ✓ Einleitung von vertikalen Einzellasten am oberen Zylinderrand (z.B. aus einer Bühne) möglich.
- ✓ Bei Außenaufstellung kann ausgewählt werden, ob Wind- und Schneelasten nach der neuen DIN 1055 oder der alten DIN 1055 berücksichtigt werden sollen.
- ✓ Calveta bietet die Möglichkeit, aus einer vorgegebenen Windgeschwindigkeit die daraus resultierende Windlast zu berechnen.

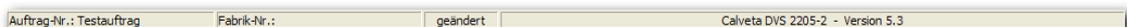
- ✓ Die Richtlinie DVS 2205-2 schreibt vor, dass Behälter mit einem Flachdach nur innerhalb von Gebäuden aufgestellt werden dürfen. Calveta ermöglicht aber auch die Berechnung von Behältern mit Flachdach, wenn die Behälter vor Schneefall geschützt aufgestellt werden.
- ✓ Bei einem statischen Nachweis ist es üblich, dass die Anforderungswerte im Einzelfall geringfügig überschritten werden. Bei Calveta wurde deshalb dem Anwender die Möglichkeit gegeben, einen Prozentwert für die beabsichtigte Überschreitung einzugeben.
- ✓ Calveta legt auf der Festplatte Ihres Computers Dateien mit den von Ihnen erstellten Projekten an (wenn Sie dies wünschen). Jedes Projekt können Sie in einem beliebigen Verzeichnis ablegen. Die gespeicherten Projekte können Sie später wieder aufrufen und ggf. ändern oder ausdrucken.
- ✓ Bei Eingaben, die die Anwendungsgrenzen der DVS 2205-2 überschreiten, werden Sie durch eine entsprechende Meldung auf diese evtl. fehlerhafte Eingabe hingewiesen. Sie können aber in den meisten Fällen dem Programm mitteilen, dass Sie diese Abweichung wünschen.
- ✓ Calveta erstellt die prüffähige statische Berechnung (deutsch und/oder englisch) und das Konstruktionsblatt als PDF-Datei (siehe Seiten 33 bis 36). Dies hat wesentliche Vorteile wie z.B. Versand der Statik per E-Mail möglich oder Vorschau der kompletten Statik auf dem Bildschirm.
- ✓ Die von Calveta erzeugte statische Berechnung erfüllt auch die formalen Anforderungen der *"Richtlinie für das Aufstellen und Prüfen EDV-unterstützter Standsicherheitsnachweise"* der Bundesvereinigung der Prüfeningenieure für Bautechnik e.V. (VPI).
- ✓ Vollständige Wiedergabe der Formel mit Angabe des Berechnungsweges. So können die Ergebnisse leicht mit dem Taschenrechner überprüft werden.
- ✓ Die Statik enthält Abschnittsnummerierungen und Formelnummerierungen. Dadurch sind sogar verlinkbare Querverweise möglich. Kein Programm dieser Art erstellt eine dermaßen übersichtliche statische Berechnung.

2. Eingabedialoge

Übersicht über die Eingabedialoge



- 1 In der Kopfzeile wird der Dateiname der zu bearbeitenden Datei angegeben. Wenn die Datei noch nicht gespeichert wurde, ist in der Kopfzeile der Hinweis „Neues Projekt“ angegeben
- 2 Die Menüleiste
- 3 Mit den Schaltknöpfen am linken Rand steuern Sie Ihre Eingaben. Sie müssen die entsprechende Eingabebereiche nur dann anwählen, wenn Sie die voreingestellten Werte ändern möchten.
- 4 Der größte Teil des Bildschirms besteht aus den Eingabefeldern. Die Eingabedialoge werden auf den folgenden Seiten erläutert.
- 5 In dem rechten Bildschirmbereich sind Hinweise zu den erforderlichen Eingaben enthalten (z.B. Windzonenkarte, siehe Seite 19).
- 6 Mit den beiden Schaltknöpfen „Zurück“ und „Weiter“ können Sie die Eingabebereiche durchblättern.
- 7 Die Statuszeile am unteren Bildschirmrand zeigt die Auftragsnummer und die Fabriknummer an. Im dritten Feld von links wird außerdem der Hinweis „geändert“ angezeigt, wenn Sie eine Änderung vorgenommen haben.



Eingabe	
Projekt	
Allgemeines	
Abmessungen Behälter	
Abmessungen Auffangvor.	
Stützen im Behälter	
Werkstoff	
Betriebsbedingungen	
Lagerflüssigkeit	
Lasten	
Berechnen	
Wanddicken Behälter	
Verankerung Behälter	
Tragösen Behälter	
Wanddicken Auffangvor.	
Verankerung Auffangvor.	
Tragösen Auffangvor.	
↑ Zurück	Weiter ↓

Auf den folgenden Seiten werden die Calveta-Eingabedialoge vorgestellt. Die einzelnen Dialoge können Sie mit den am linken Bildschirmrand befindlichen Schaltknöpfen aufrufen.

Die Reihenfolge der Eingaben ist beliebig.

Alternativ können sämtliche Eingabedialoge auch durchgeblättert werden

Projekt

Projekt

Auftrag-Nr.	Testauftrag	Zeichnungs-Nr. 1	
Fabrik-Nr.	2006-06-30	Zeichnungs-Nr. 2	
Auftraggeber	Testauftraggeber 12345 Teststadt		
Betreiber	Testbetreiber 12345 Teststadt		
Aufstellort	Steinhude		
Projektbezeichnung	Hier steht ein beliebiger mehrzeiliger Text...		
	1 Zeile		
	Der im obigen Feld enthaltene Text (max. 4 Zeilen) wird beim Ausdruck berücksichtigt		
Sonstiges	Hier kann ebenfalls Text eingegeben werden...		
	1 Zeile		
	<input checked="" type="checkbox"/> Text im Feld "Sonstiges" mit ausdrucken		

Die auf dieser Seite enthaltenen Eingabemöglichkeiten haben keinen Einfluss auf die statische Berechnung. Diese Eingaben werden entweder auf dem Deckblatt oder im Abschnitt 1 (Vorbemerkung) der statischen Berechnung ausgedruckt.

Allgemeines

Allgemeines

Bauart
Die statische Berechnung soll durchgeführt werden für:

Behälter und Auffangvorrichtung Behälter mit Kegeldach
 Behälter allein Behälter mit Flachdach
 Auffangvorrichtung allein Behälter ghne Dach

Aufstellung

Innenaufstellung
 Außenaufstellung
 vor Schneefall geschützt

Belüftung des Behälters

freie Belüftung
 Rohrleitung, die ins Freie führt
 keine freie Belüftung

Folgende Drücke können im Behälter auftreten:

langzeitig wirkende Drücke ?	<input type="button" value="Nein"/>
kurzzeitig wirkende Drücke ?	<input type="button" value="Ja"/>
Unterdruck durch Windsog ?	<input type="button" value="Ja"/>

Mit Calveta können statische Nachweise für Behälter und Auffangvorrichtungen geführt werden. Bei einem System (bestehend aus einem Behälter und einer zugehörigen Auffangvorrichtung) sind mit Calveta aber nicht 2 Rechengänge erforderlich. Mit einem Mausklick können Sie entscheiden, ob Behälter und Auffangvorrichtungen „in einem Rutsch“ berechnet werden sollen. Damit entfallen doppelte Eingaben wie zum Beispiel Angaben zum Lagermedium oder zu den Betriebsbedingungen. Trotzdem werden für den Behälter und für die Auffangvorrichtungen 2 getrennte prüffähige statische Berechnungen erstellt.

Abmessungen Behälter

Abmessungen Behälter

Hauptabmessungen Behälter

Innendurchmesser $d =$ mm

Zylinderhöhe $h_Z =$ mm

Dachneigung $\alpha =$ °

Dachhöhe $h_D =$ mm

Summe $h_Z + h_D =$ mm

Zylinderschüsse

Anzahl der Schüsse: $i =$ max $i = 14$

	Schuss-Nr. i	Schusshöhe $h_{Z,i}$ [mm]	
oben	1	<input type="text" value="1.500"/>	Schuss 1 = oberster Schuss Schuss 3 = unterster Schuss
	2	<input type="text" value="1.500"/>	
unten	3	<input type="text" value="1.000"/>	
	4		<input checked="" type="checkbox"/> zweischaliger unterster Schuss
	5		
	6		

Hinweise zum zweischaligen Zylinderschuss
siehe nächste Seite

$h_{Zi} =$ mm

Der Eingabedialog „Abmessungen Behälter“ enthält die Eingabefelder für den Innendurchmesser, die Zylinderhöhe und die Dachneigung (beim Kegeldach). Wenn im Eingabebereich „Allgemeines“ die Option „Behälter mit Flachdach“ ausgewählt wurde, sind hier anstelle der Dachneigung die erforderlichen Eingabefelder für das Flachdach (mit oder ohne Steifen usw.) enthalten.

Bei jeder Änderung eines Eingabefeldes wird sofort der daraus resultierende Rauminhalt des Behälters oder der Auffangvorrichtung angezeigt

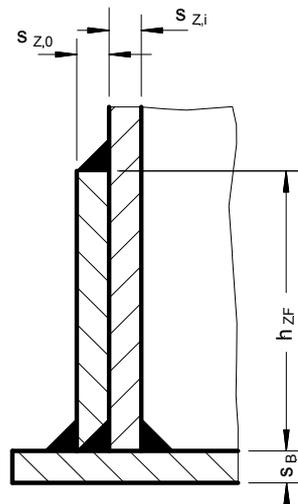
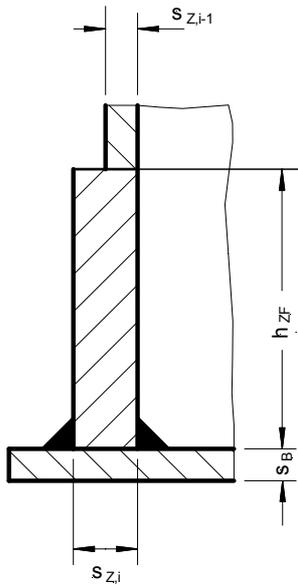
Rauminhalt	=	12,85 m³	
Füllungsgrad	=	95,00 %	fest
Füllvolumen	=	12,20 m ³	variabel
Füllhöhe	=	3.885 mm	variabel
Füllungsgrad, Füllvolumen oder Füllhöhe können im Eingabebereich "Lagerflüssigkeit" gesetzt werden.			

Die Angabe „fest“ bzw. „variabel“ hängt davon ab, welche Option Sie in dem Eingabedialog „Lagerflüssigkeit“ (siehe Seite 14) gewählt haben.

Wenn ein Behälter mit einem zweischaligen unteren Zylinderschuss berechnet werden soll, ist die entsprechende Checkbox zu aktivieren.

zweischaliger unterster Schuss

zweischaliger unterster Schuss



Bei einem Zylinder aus Wickelrohr kann die Checkbox nicht aktiviert werden.

Hinweis: Die Verbindung des zweischaligen Zylinderschusses mit der Bodenplatte ist in den Zulassungen des Deutschen Instituts für Bau-technik (DIBt) angegeben. Die hier dargestellte Skizze gilt nur als Beispiel.

Abmessungen Auffangvorrichtung

Diese Eingabefelder entsprechen im Wesentlichen den oben beschriebenen Eingabefeldern im Eingabedialog „Abmessungen Behälter“.

Stutzen

Stutzen im Behälter

Stutzen im Dach

Es ist nur der größte, in der Nähe des Dachrandes vorhandene Stutzen nachzuweisen.

Äußerdurchmesser $d_A =$ mm

Stutzen im Zylinder

Anzahl der Stutzen: $k =$ $\max k = 4$

$d_A =$ Außerdurchmesser des Stutzens ($\max d_A = 160 \text{ mm}$)

$x =$ Abstand der Stutzenmitte (Stutzenachse) von Oberkante Boden

Nr.	Bezeichnung (max. 16 Zeichen)	d_A [mm]	x [mm]	
N1	beliebiger Text	120	300	
N2				
N3				
N4				

Selbstverständlich führt Calveta bei vielen Eingaben eine Kontrolle durch. So wird beispielsweise in diesem Fall geprüft, ob der Stutzen bei einem Tafelbehälter im Bereich einer Schweißnaht liegt.

Werkstoff

Werkstoff

Werkstoff für Dach und Zylinder

<input type="radio"/> PE-HD	<input type="radio"/> PP-H (Typ 1)	<input type="radio"/> PVC-NI	} = PVC-U	<input type="radio"/> PVDF
<input type="radio"/> PE 63	<input type="radio"/> PP-B (Typ 2)	<input type="radio"/> PVC-RI		
<input type="radio"/> PE 80	<input type="radio"/> PP-R (Typ 3)	<input type="radio"/> PVC-HI		
<input checked="" type="radio"/> PE 100	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> PVC-C		

PE 100	Dichte $\rho = 0,960 \text{ g/cm}^3$
--------	--------------------------------------

Der Zylinder wird aus...

verschweißten Tafeln hergestellt

Wickelrohr oder extrudiertem Rohr hergestellt

Schweißverfahren

<p>für Dach</p> <p>Radialnaht</p> <p><input type="radio"/> HS</p> <p><input checked="" type="radio"/> WE</p> <p><input type="radio"/> W</p>	<p>Wärmgas-Extrusionsschweißen</p> <p>Schweißfaktor langfristig $f_s = 0,6$</p> <p>kurzzeitig $f_z = 0,8$</p>	<p>Hinweis:</p> <p>In der prEN 1778 werden abweichende Bezeichnungen für die Schweißfaktoren gewählt:</p> <p>langzeitig = f_l</p> <p>kurzzeitig = f_s</p>
<p>für Zylinder</p> <p>Vertikalnaht</p> <p><input checked="" type="radio"/> HS</p> <p><input type="radio"/> WE</p> <p><input type="radio"/> W</p>	<p>Heizelementstumpfschweißen</p> <p>Schweißfaktor langfristig $f_s = 0,8$</p> <p>kurzzeitig $f_z = 0,9$</p>	

Betriebsbedingungen

Betriebsbedingungen

Rechnerische Gebrauchsdauer

Gesamtauslegungzeitraum = Jahre Das entspricht
219.000 Stunden

Temperatur der Lagerflüssigkeit

$T_M =$ °C

Sicherheitsbeiwert für Spannungsnachweise

Eingabe nicht erforderlich. Hinweis ...

Drücke

Neben der hydrostatischen Belastung sind kurzzeitig wirkende Drücke zu berücksichtigen. Zusätzliche langfristig wirkende Drücke können beim frei belüfteten Behälter nicht auftreten.

Umrechnung	langzeitig	kurzzeitig	Mindestwerte nach DVS 2205-2
Überdruck [mbar]	$p_{\bar{u}} = $ <input style="width: 50px;" type="text" value="entfällt"/>	$p_{\bar{u}k} = $ <input style="width: 50px;" type="text" value="5"/>	5 mbar
Unterdruck [mbar]	$p_{\underline{u}} = $ <input style="width: 50px;" type="text" value="entfällt"/>	$p_{\underline{u}k} = $ <input style="width: 50px;" type="text" value="3"/>	3 mbar

Information
✕

Mit der Calveta-Version 5.0 wird ein statischer Nachweis mit Teilsicherheitsbeiwerten entsprechend DVS-Richtlinie 2205-2 Ausgabe November 2003 geführt.

Das Programm berücksichtigt dabei den Wichtungswert für den sogenannten Belastungsfall II entsprechend Tabelle 2 der DVS-Richtlinie.

Die Eingabe von Sicherheitsbeiwerten ist nicht erforderlich.

OK

Lagerflüssigkeit

Lagerflüssigkeit

Lagerflüssigkeit

Auswahl aus DIBt-Medienliste Auswählen

Name **Diethyltriaminpentaessigsäure
(z.B. als Trilon C)**

Konzentration **H** H = handelsüblich

Dichte $\rho_F =$ **1.160** g/cm³ \rightarrow spezifisches Gewicht $\gamma_F =$ 11,376 kN/m³

Abminderungsfaktor A₂

Für den Werkstoff **PE 100** und eine Betriebstemperatur = **20 °C** gilt...

... für Spannungsnachweise $A_{2B} =$ **1.40**

... für Stabilitätsnachweise $A_{2I} =$ **1.10**

... für Spannungsnachweise Auffangvorrichtung $A_{2K} =$ **1.40** Ändern

maximale Füllhöhe h_F

aus dem Füllungsgrad F_g ermitteln $F_g =$ **95.00** %

aus dem Füllvolumen V ermitteln $V =$ **12.20** m³

manuelle Eingabe der Füllhöhe $h_F =$ **3.885** mm

In diesem Dialog können Sie eine Lagerflüssigkeit aus der aktuellen DIBt-Medienliste auswählen oder eine beliebige Lagerflüssigkeit eingeben („freie Eingabe“).

Auswahl einer Lagerflüssigkeit aus der DIBt-Medienliste:

Auswahl aus DIBt-Medienliste
 freie Eingabe
 Auswahl aus DIBt-Medienliste

Nach dem Drücken des Schaltknopfes „Auswählen“, öffnet sich das Dialogfenster zum Auswählen eines Stoffes aus der DIBt-Medienliste

Auswahl aus DIBt-Medienliste Auswählen

↓

DIBt-Medienliste ✕

DIBt-Medienliste, Ausgabe Januar 2004 PE

Lagerflüssigkeit	Konzentration	Werkstoff ist beständig bis
Diesekraftstoff DIN EN 590-DK	H	40 °C
Diesekraftstoff DIN 51606-FAME	H	40 °C
▶ Diethylentriaminpentaessigsäure	H	40 °C
Düngesalze	GL	60 °C
Eisen(III)-Aluminiumchloridmischung	H	60 °C
Eisen(II)-chlorid	GL	60 °C
Eisen(III)-chlorid	GL	60 °C
Eisen(III)-chloridsulfat	GL	60 °C

◀ ◁ ▷ ▶

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Ausgewählte Lagerflüssigkeit

Diethylentriaminpentaessigsäure
(z.B. als Trilon C)

Konzentration

handelsüblich

Dichte (Die Dichte ist in der DIBt-Liste nicht enthalten)

$\rho_F = 1,160 \text{ kg/dm}^3$ (bitte überprüfen)

Abminderungsfaktoren für den Werkstoff PE

Temperatur =	20	30	40	50	60	70	80	90	100 °C
$A_{2B} =$	1,40	1,40	1,40						
$A_{2I} =$	1,10	1,10	1,10						

Bemerkung

wirkt quellend

✔ OK
✕ Abbrechen

Lasten

Dieser Eingabebereich beinhaltet die 3 Registerkarten

- Last auf Dach / Anbauten
- Windlast
- Schneelast

Registerkarte „Last auf Dach / Anbauten“

Lasten

Last auf Dach / Anbauten | Windlast | Schneelast

Flächenlast auf dem Dach (ständig wirkend)

Für Stützen o.ä. soll nebenstehende Ersatzflächenlast auf dem Dach berücksichtigt werden

$g_A =$ kN/m²

Anbauten am oberen Zylinderrand

Aus Anbauten am oberen Zylinderrand soll folgende Last in den Zylinder eingeleitet werden:

Gesamtlast aus Anbauten $G_A =$ kN

Anzahl der Lasteinleitungspunkte $n_{la} =$ Stück

Last je Einleitungspunkt $G_A / n_{la} =$ kN

Breite der Lasteinleitung $b_{la} =$ mm

Mindestwanddicke des obersten Zylinderschusses $s_{z,1} =$ mm

Windlast auf Anbauten des Behälters

Windangriffsfläche der Anbauten $A_A =$ m²

Die auf den Behälter wirkende Horizontallast beträgt somit (Windbeiwert für Anbauten: $c = 1,6$): $F_A =$ kN

Diese Windlast wird an der Oberkante des Zylinders angesetzt

[? Hilfe](#)

Registerkarte „Windlast“

Diese Registerkarte kann nur bei Außenaufstellung aktiviert werden.

Durch die Einführung der neuen DIN 1055 Teil 4 ist die Bestimmung der Windlast erheblich aufwändiger geworden.

Calveta bietet 3 Möglichkeiten zur Eingabe der Windlast:

- a) Berechnung der Windlast nach der neuen DIN 1055-4 (Hinweis: Die neue DIN 1055-4 verwendet den Begriff „Böengeschwindigkeitsdruck“)
- b) Berechnung nach der alten DIN 1055-4
- c) Direkte Eingabe des Böengeschwindigkeitsdruckes

Berechnungsverfahren

nach DIN 1055-4 NEU (in Deutschland seit dem 1.1.2007 anzuwenden)

nach DIN 1055-4 ALT

direkte Eingabe des Böengeschwindigkeitsdruckes

Zu a) Berechnung der Windlast nach der neuen DIN 1055-4

Berechnungsverfahren

- nach DIN 1055-4 NEU (in Deutschland seit dem 1.1.2007 anzuwenden)
- nach DIN 1055-4 ALT
- direkte Eingabe des Böengeschwindigkeitsdruckes

Genaueres Verfahren oder Näherungsverfahren?

Die neue DIN 1055-4 bietet die Möglichkeit, den Böengeschwindigkeitsdruck nach einem genauen Verfahren zu berechnen oder bei Behälterhöhen bis 25 m ein Näherungsverfahren anzuwenden.

Das Näherungsverfahren bietet bei einer elektronischen Berechnung keine Vorteile, nein im Gegenteil: In den meisten Fällen wird beim Näherungsverfahren ein größerer Böengeschwindigkeitsdruck angesetzt als bei einer genauen Berechnung. Die Voreinstellung ist deshalb:

Ermittlung des Böengeschwindigkeitsdruckes

- genaues Verfahren (empfohlen)
- Näherungsverfahren

Im unteren rechten Bildschirmbereich können Sie sofort den Unterschied feststellen.

Beispiel:

genaues Verfahren (empfohlen)



Der Böengeschwindigkeitsdruck beträgt nach DIN 1055-4:

0,717	kN/m ²	für den Behälter
0,705	kN/m ²	für die Auffangvorrichtung

Näherungsverfahren



Der Böengeschwindigkeitsdruck beträgt nach DIN 1055-4:

0,800	kN/m ²	für den Behälter
0,800	kN/m ²	für die Auffangvorrichtung

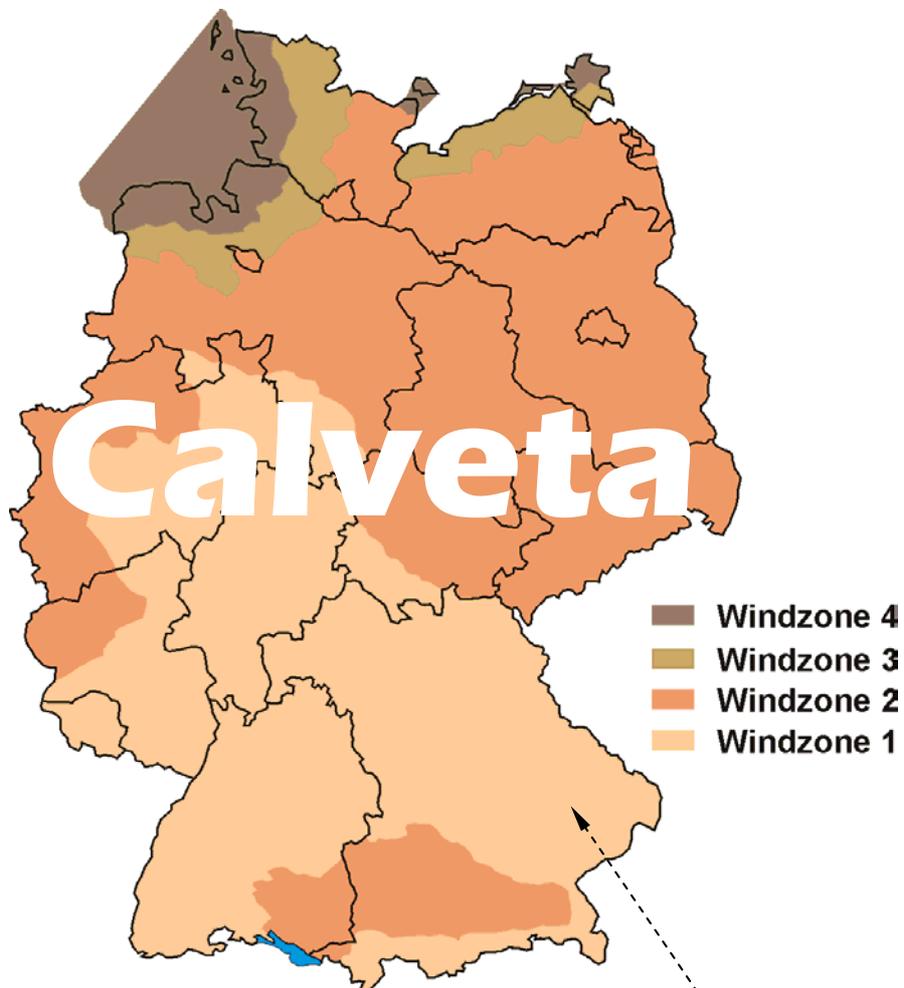
Windzone

Eine Windzonenkarte für die Bundesrepublik Deutschland war in Normen für turmartige Bauwerke (z.B. Schornsteine) bereits Anfang der achtziger Jahre eingeführt worden. Erst mit der Neufassung der DIN 1055-4 wird auch für die übrigen Bauwerke eine Windzonenkarte eingeführt.

Bitte geben Sie ein, in welcher Windzone der Behälter (oder die Auffangvorrichtung) aufgestellt werden soll.

Windzone In Zweifelsfällen:

Zur Einstufung des Aufstellortes in eine Windzone kann die abgebildete Deutschlandkarte benutzt werden.



Die farbliche Abgrenzung der einzelnen Windzonen wird neben dem Eingabefeld wiederholt.

Beispiel:

Windzone Die Farben sind identisch

Wenn die eindeutige Zuordnung des Aufstellortes zu einer Windzone nicht möglich ist, können Sie eine Excel-Tabelle laden, die für sämtliche Gemeinden in Deutschland die zugehörige Windzone enthält.

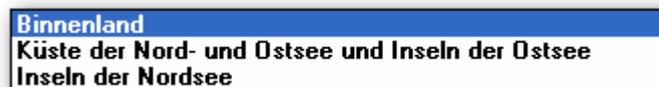


Region

Zusätzlich zur Windzone ist Region des Aufstellortes von Bedeutung.



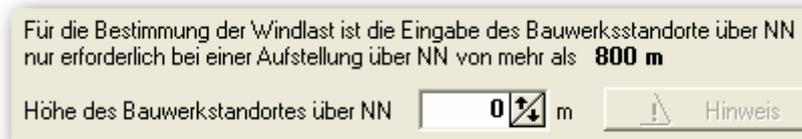
Nach der Definition der DIN 1055-4 werden folgende Regionen unterschieden:



Es ist offensichtlich, dass für die Windzone 1 nur „Binnenland“ in Frage kommt. Eine Auswahl zwischen sämtlichen 3 vorgenannten Regionen ist aber nur bei Windzone 4 möglich.

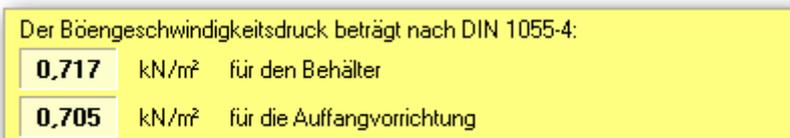
Höhe des Bauwerkstandortes

Die DIN 1055-4 sieht außerdem bei einem Bauwerkstandort von mehr als 800 m über NN eine Erhöhung der anzusetzenden Windlast vor.



Für Bauwerkstandorte bis 800 m über NN setzt Calveta den Sockelbetrag an, deshalb ist bei diesem Eingabefeld in den meisten Fällen eine Eingabe nicht erforderlich.

Dies können Sie leicht überprüfen, weil auch bei einer Änderung dieses Eingabefeldes der ermittelte Böengeschwindigkeitsdruck sofort am unteren rechten Bildschirmbereich angezeigt wird. Sie werden feststellen, dass sich der Wert für Höhen bis 800 m über NN nicht ändert, erst bei größeren Höhen wird der Böengeschwindigkeitsdruck größer.



Auf eine Besonderheit soll noch hingewiesen werden: Die DIN 1055-4 schreibt vor, dass für Kamm- und Gipfellagen der Mittelgebirge sowie bei einer Höhe des Bauwerkstandortes von mehr als 1100 m über NN „besondere Überlegungen“ erforderlich sind.

Höhe des Bauwerkstandortes über NN m  Hinweis

Weitere Angaben zur Berücksichtigung der Windlast

Weitere Angaben zur Berücksichtigung der Windlast

Höhe des Behälterbodens über dem Gelände $h_B =$ mm

Höhe der Abschirmung durch eine Auffangvorrichtung $h_A =$ mm

Bei der Berechnung des Böengeschwindigkeitsdrucks ist auch der Abstand der Behälterhöhe von der Geländeoberkante von Bedeutung. Die Höhe des Behälters ist bekannt, weil Sie die Zylinderhöhe und ggf. die Dachneigung bereits im Eingabebereich „Hauptabmessungen“ eingegeben haben. Wenn der Behälter (oder die Auffangvorrichtung) aber nicht auf Geländeoberkante aufgestellt werden, kann hier der Abstand des Behälterbodens von der Geländeoberkante eingegeben werden.

Nebenbei: Weil der Abstand der Oberkante des Behälters oder der Auffangvorrichtung von Bedeutung sein kann, ist es möglich, dass für die Auffangvorrichtung (die eine geringere Höhe als der Behälter hat) ein kleinerer Böengeschwindigkeitsdruck errechnet wird als für den Behälter. Siehe hierzu folgendes Beispiel:

Der Böengeschwindigkeitsdruck beträgt nach DIN 1055-4:

0,717 kN/m² für den Behälter

0,705 kN/m² für die Auffangvorrichtung

Die Höhe der Windabschirmung durch eine Auffangvorrichtung kann nur eingegeben werden, wenn die Berechnung für einen Behälter allein erfolgen soll. Bei einem System (Behälter mit zugehöriger Auffangvorrichtung) ist die Höhe der Windabschirmung bereits bekannt.

Zu b) Berechnung der Windlast nach der alten DIN 1055-4

Berechnungsverfahren

nach DIN 1055-4 NEU (in Deutschland seit dem 1.1.2007 anzuwenden)

nach DIN 1055-4 ALT

direkte Eingabe des Böengeschwindigkeitsdruckes

Warnhinweis

Für sämtliche neuen Bauvorhaben ist seit dem 1.1.2007 eine Windlast nach der neuen DIN 1055-4 (März 2005) zu berücksichtigen. 

Die alte DIN 1055-4 (August 1986) sollte deshalb für neue Bauvorhaben nicht mehr herangezogen werden.

Obwohl inzwischen eine Berechnung nach der alten DIN 1055-4 (Ausgabe August 1986) nicht mehr zulässig ist, wurde diese Möglichkeit aufgenommen um das Nachrechnen von bereits aufgestellten Behältern zu ermöglichen.

Eingabe der Windlast

Windlast nach DIN 1055-4, Ausgabe August 1986

Standardwindlast nach DIN 1055-4 (siehe folgende Tabelle)

Erhöhte Windlast

Abstand von Geländeoberkante		Staudruck q
von 0,00 m bis	8,00 m	0,5 kN/m ²
von 8,00 m bis	20,00 m	0,8 kN/m ²
von 20,00 m bis	OK Behälter	1,1 kN/m ²

bis OK Behälter = bis Oberkante des Behälters, h_B wird berücksichtigt

Hier müssen in der Regel keine Eingaben vorgenommen werden, da bei einer Außenaufstellung die Standardwindlast nach der alten DIN 1055-4 angesetzt wird. Nur wenn erhöhte Windlasten berücksichtigt werden sollen, können hier entsprechende Eingaben vorgenommen werden.

Zu c) Direkte Eingabe des Böengeschwindigkeitsdruckes

Berechnungsverfahren

nach DIN 1055-4 NEU (in Deutschland seit dem 1.1.2007 anzuwenden)
 nach DIN 1055-4 ALT
 direkte Eingabe des Böengeschwindigkeitsdruckes

Bei einer Aufstellung von Behältern außerhalb Deutschlands oder bei Kamm- und Gipfellagen der Mittelgebirge sowie bei einer Höhe des Bauwerkstandortes von mehr als 1100 m über NN können Sie hier direkt einen Böengeschwindigkeitsdruck eingeben. Calveta errechnet sofort aus dem Druck die Windgeschwindigkeit.

Böengeschwindigkeitsdruck

Der Böengeschwindigkeitsdruck beträgt $q =$ kN/m²

Der Windgeschwindigkeit beträgt [km/h] $v =$ km/h

Der Windgeschwindigkeit beträgt [m/s] $v =$ m/s

Alternativ ermöglicht Calveta auch die Eingabe einer Windgeschwindigkeit in km/h oder m/s und errechnet daraus den Böengeschwindigkeitsdruck.

Registerkarte „Schneelast“

Diese Registerkarte kann nur bei Außenaufstellung aktiviert werden.

Durch die Einführung der neuen DIN 1055 Teil 5 ist die Bestimmung der Schneelast erheblich aufwändiger geworden.

Calveta bietet 3 Möglichkeiten zur Eingabe der Schneelast:

- a) Berechnung der Schneelast nach der neuen DIN 1055-5
- b) Berechnung nach der alten DIN 1055-5
- c) Direkte Eingabe der Schneelast

Berechnungsverfahren

- nach DIN 1055-5 NEU (in Deutschland seit dem 1.1.2007 anzuwenden)
- nach DIN 1055-5 ALT
- direkte Eingabe der Schneelast

Zu a) Berechnung der Schneelast nach der neuen DIN 1055-5

Berechnungsverfahren

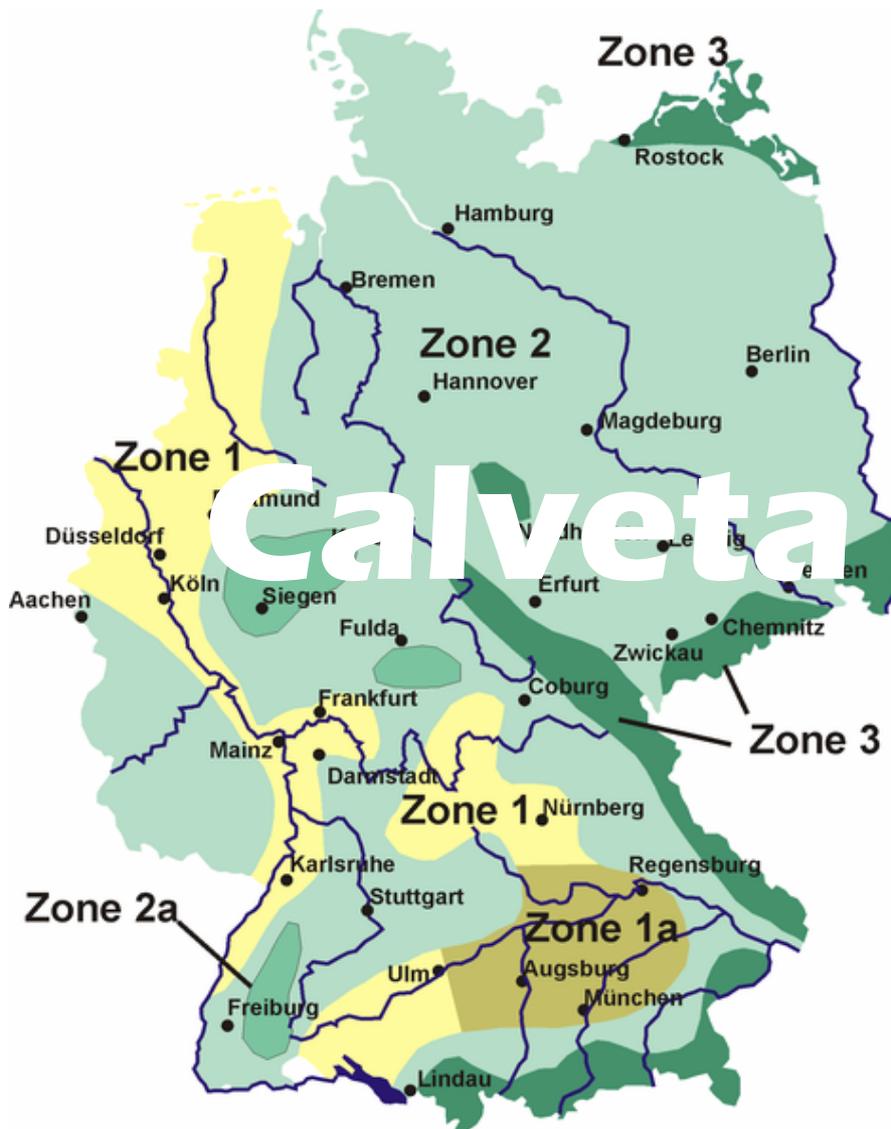
- nach DIN 1055-5 NEU (in Deutschland seit dem 1.1.2007 anzuwenden)
- nach DIN 1055-5 ALT
- direkte Eingabe der Schneelast

Schneelastzone

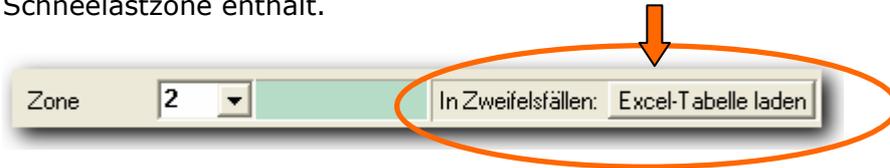
Bitte geben Sie ein, in welcher Schneelastzone der Behälter aufgestellt werden soll.

Zone In Zweifelsfällen:

Zur Einstufung des Aufstellortes in eine Schneelastzone kann die abgebildete Deutschlandkarte benutzt werden.



Wenn die eindeutige Zuordnung des Aufstellortes zu einer Schneelastzone nicht möglich ist, können Sie eine Excel-Tabelle laden, die für sämtliche Gemeinden in Deutschland die zugehörige Schneelastzone enthält.



Höhe über NN

Für die Berechnung der Schneelast ist außerdem die Höhe des Bauwerkstandortes über dem Meeresspiegel erforderlich.

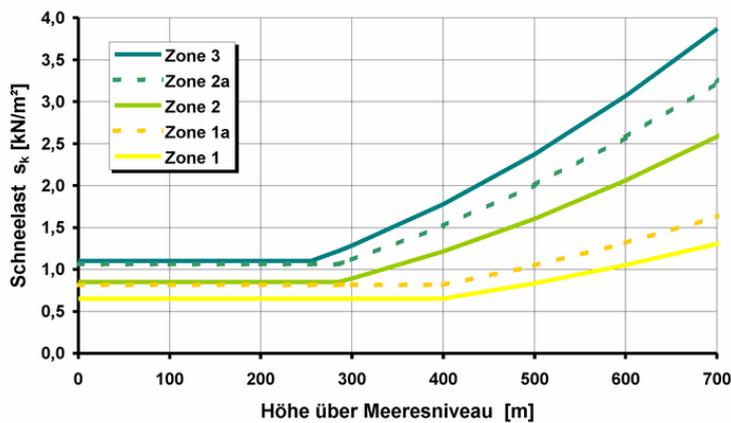
Für die Bestimmung der Schneelast ist die Eingabe des Bauwerkstandortes über NN nur erforderlich bei einer Aufstellung über NN von mehr **.400 m**

Höhe des Bauwerkstandortes über NN m

Diese Eingabe ist aber nur erforderlich, wenn in Abhängigkeit von der Schneelastzone die nebenstehenden Aufstellhöhen überschritten werden:

Schneelastzone	Aufstellhöhen über NN
1 und 1a	400 m
2 und 2a	285 m
3	255 m

Bei geringeren Aufstellhöhen setzt Calveta den zur Schneelastzone gehörenden Sockelbetrag an.



Wenn Sie bereits bei der Windlast eine Aufstellhöhe eingegeben haben, wird der Wert hier übernommen.

Ergebnisanzeige

Die neue DIN 1055-5 unterscheidet zwischen der Schneelast auf dem Boden und der Schneelast auf dem Dach. Calveta ermittelt selbstverständlich auch die Schneelast auf dem Dach, die für weitere Berechnungen benötigt wird.

Das Ergebnis der Eingaben wird sofort am unteren rechten Bildschirmrand angezeigt

Die Schneelast beträgt nach DIN 1055-5:

3,069 kN/m² auf dem Boden

2,455 kN/m² auf dem Dach

Zu b) Berechnung der Schneelast nach der alten DIN 1055-5

Berechnungsverfahren

nach DIN 1055-5 NEU (in Deutschland seit dem 1.1.2007 anzuwenden)
 nach DIN 1055-5 ALT
 direkte Eingabe der Schneelast

Warnhinweis

Für sämtliche neuen Bauvorhaben ist seit dem 1.1.2007 eine Schneelast nach der neuen DIN 1055-5 (März 2005) zu berücksichtigen. 

Die alte DIN 1055-5 (August 1986) sollte deshalb für neue Bauvorhaben nicht mehr herangezogen werden.

Regelschneelast

Bitte geben Sie die auf dem Dach wirkende Schneelast ein.

Schneelast nach DIN 1055-5, Ausgabe August 1986

Regelschneelast $s =$ kN/m²

Geländehöhe über NN in m	Schneelastzone				Nebensiehende Tabelle enthält ...
	I	II	III	IV	
bis 200	0,75	0,75	0,75	1,00	Regelschneelasten nach DIN 1055-5 ALT
300	0,75	0,75	0,75	1,15	
400	0,75	0,75	1,00	1,55	
500	0,75	0,90	1,25	2,10	
600	0,85	1,15	1,60	2,60	
700	1,05	1,50	2,00	3,25	
800	1,25	1,85	2,55	3,90	
900	1,52	2,30	3,10	4,65	
1000	1,84	2,80	3,80	5,50	
1100			4,64	6,48	
1200			5,48	7,48	
1300			6,40	8,56	
1400			7,40	9,76	
1500			8,44	10,96	

Die in der alten DIN 1055-5 benutzte Schneelastzonenkarte ist nicht identisch mit der Schneelastzonenkarte der neuen DIN 1055-5.

Zu c) Direkte Eingabe der Schneelast

Berechnungsverfahren

- nach DIN 1055-5 NEU (in Deutschland seit dem 1.1.2007 anzuwenden)
- nach DIN 1055-5 ALT
- direkte Eingabe der Schneelast



Bei einer Aufstellung von Behältern außerhalb Deutschlands können Sie hier die auf dem Dach wirkende Schneelast eingeben.

Schneelast

Schneelast auf dem Dach $s =$ kN/m²

3.**Berechnen**

Nach Eingabe der erforderlichen Daten können Sie sich die Ergebnisse vor der Erstellung der statischen Berechnung anzeigen lassen. Sie können diesen Schritt aber auch überspringen und sofort mit der Erstellung der statischen Berechnung beginnen (siehe Seite 34).

Die Darstellung der Ergebnisse wird unterteilt in:

- Wanddicken Behälter
- Verankerung Behälter
- Tragösen Behälter

sowie (wenn eine Auffangvorrichtung vorhanden ist)

- Wanddicken Auffangvorrichtung
- Verankerung Auffangvorrichtung
- Tragösen Auffangvorrichtung

Wanddicken Behälter

Wanddicken Behälter

Gewählte Wanddicken für Behälter auf Standardwerte (Mindestwerte) setzen.

Kegeldach

Wanddicke s_D = mindestens 11,1 gewählt 12,0 mm

Zylinder

Schuss i	Schusshöhe $h_{z,i}$ [mm]	Wanddicke $s_{z,i}$ [mm]	
		mindestens	gewählt
1	1.500	8,0	8,0 ▼
2	1.500	12,0	12,0 ▼
3	1.000	15,7	20,0 ▼

Boden

Wanddicke s_B = min. 12,0 max. 20,0 gewählt 12,0 mm

Restfüllhöhe h_{RF} = 26,0 mm

In diesem Eingabedialog zeigt Calveta die ermittelten Mindestwanddicken an (hellblau hinterlegt). Außerdem schlägt das Programm Wanddicken vor, so dass sämtliche Nachweise erfüllt werden (hellgrün hinterlegt).

Selbstverständlich können von Ihnen die vorgeschlagenen Wanddicken geändert werden. Bei der Änderung einer Wanddicke wird das Häkchen vor „Gewählte Wanddicken auf Standardwerte (Mindestwerte) setzen“ entfernt.

Mit einem Mausclick auf die Checkbox weisen Sie Calveta an, wieder die Mindestwanddicken zu wählen.

Wanddicken Auffangvorrichtung

Diese Eingabefelder entsprechen im Wesentlichen den oben beschriebenen Eingabefeldern im Eingabedialog „Wanddicken Behälter“.

Verankerung

Wenn eine Verankerung des Behälters oder der Auffangvorrichtung erforderlich ist, wird der folgende Dialog aufgerufen.

Verankerung

Prattenbreite auf Mindestwert setzen.

Behälter

Ankerpratze (für Behälter)

Für die in der nebenstehenden Tabelle aufgeführten Werte werden die geforderten Nachweise erfüllt.

Prattenanzahl gewählt $z =$ Stück

Prattenbreite gewählt $b_{Pr} =$ mm

Jede Ankerpratze muss eine Prattenkraft von mindestens $P = 5,02$ kN aufnehmen

$z =$ Anzahl der Pratten
 $\min b_{Pr} =$ Mindestprattenbreite
 LF = aus Lastfall ... >

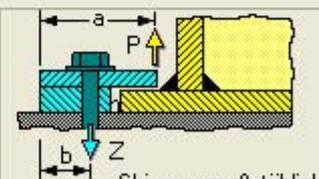
z	$\min b_{Pr}$ [mm]	LF
4	126	3
5	99	3
6	80	3
7	70	0
8	70	0
9	70	0
10	70	0

Schraubenkraft berechnen

Hebelarme $a =$ mm

$b =$ mm

Jede Ankerschraube muss eine Zugkraft von mindestens $Z = 10,05$ kN aufnehmen können



Skizze unmaßstäblich

Tragösen Behälter

Tragösen Behälter

Behälter mit Tragösen entsprechend DVS 2205-2, Bild 11
Anzahl = 2 Stück

Sämtliche Maße für die Tragöse auf Standardwerte (Mindestwerte) setzen.

Gesamtlast des Behälters = **3,40** kN

1. Wanddicke der Tragöse

Bei einer Wanddicke des obersten Zylinderschusses von $s_{Z1} = 6,0$ mm gelten für die Wanddicke der Tragöse die nebenstehenden Grenzwerte:

min $s_{\ddot{o}}$ = 6,0 mm
 max $s_{\ddot{o}}$ = 18,0 mm
 gewählt $s_{\ddot{o}}$ = mm

2. Schäkeldurchmesser

Der Lochleibungsnachweis entsprechend DVS 2205-2 Gl (41) ist erfüllt, wenn der Schäkeldurchmesser d_{Sch} mindestens 31,6 mm beträgt.

min d_{Sch} = 31,6 mm
 gewählt d_{Sch} = mm

3. Lochdurchmesser in der Tragöse

Der Lochdurchmesser d_L muss auf den Schäkeldurchmesser abgestimmt sein.

min d_L = 36,0 mm
 max d_L = 39,6 mm
 gewählt d_L = mm

4. Breite der Tragöse

Die Breite $b_{\ddot{o}}$ der Tragöse muss mindestens 154,2 mm betragen.

min $b_{\ddot{o}}$ = 154,2 mm
 gewählt $b_{\ddot{o}}$ = mm

5. Höhe der Tragöse

Abhängig von der Form der Tragöse muss die Höhe der Tragöse $h_{\ddot{o}}$ mindestens die angegebenen Werte aufweisen.

min $h_{\ddot{o}}$ = 320,0 mm
 min $h_{\ddot{o}}$ = 400,0 mm

1

2

1 = mit eckigem Anschluss:

2 = mit Ausrundung:

Tragösen Auffangvorrichtung

Diese Eingabefelder entsprechen im Wesentlichen den oben beschriebenen Eingabefeldern im Eingabedialog „Tragösen Behälter“.

4.

Anzeige der Ergebnisse

Mit Calveta haben Sie folgende Möglichkeiten:

- a) Erstellen eines Konstruktionsblattes und/oder
- b) Erstellen einer prüffähigen statischen Berechnung

Auf dem **Konstruktionsblatt** sind sämtliche Eingabewerte enthalten. Hierfür ist normalerweise nur eine Seite erforderlich.

Eine mit Calveta erstellte **statische Berechnung** wird von sämtlichen Prüfstellen und auch vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) anerkannt.

Calveta erfüllt **als einziges** Programm dieser Art die formalen Anforderungen der „Richtlinie für das Aufstellen und Prüfen EDV-unterstützter Standsicherheitsnachweise“¹.

Für die Erstellung des Konstruktionsblattes und der statischen Berechnung wird von Calveta jeweils eine PDF-Datei erzeugt. Hierfür benötigen Sie keine weitere Software, lediglich für die Anzeige der Dateien auf dem Bildschirm ist der kostenlose Acrobat Reader erforderlich.

Erzeugen einer PDF-Datei

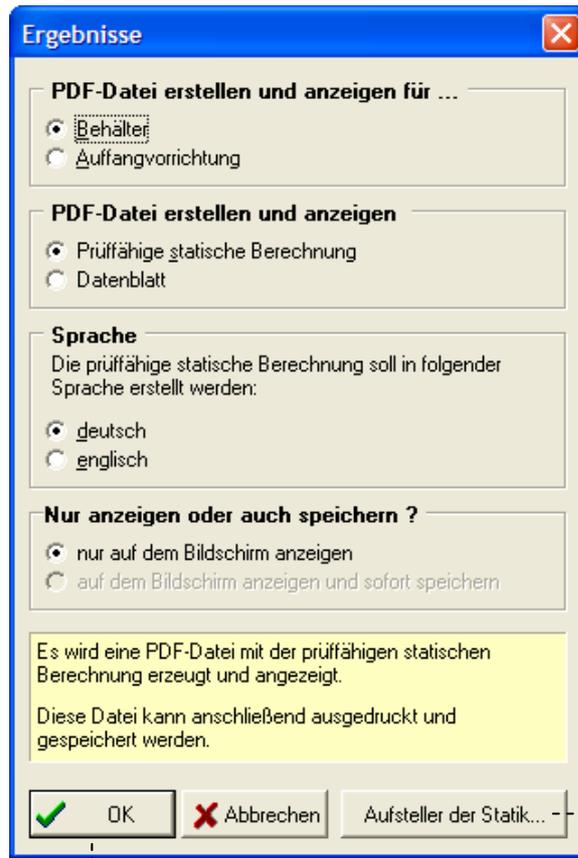
Drücken Sie den Schaltknopf „PDF erzeugen“ in der Menüleiste



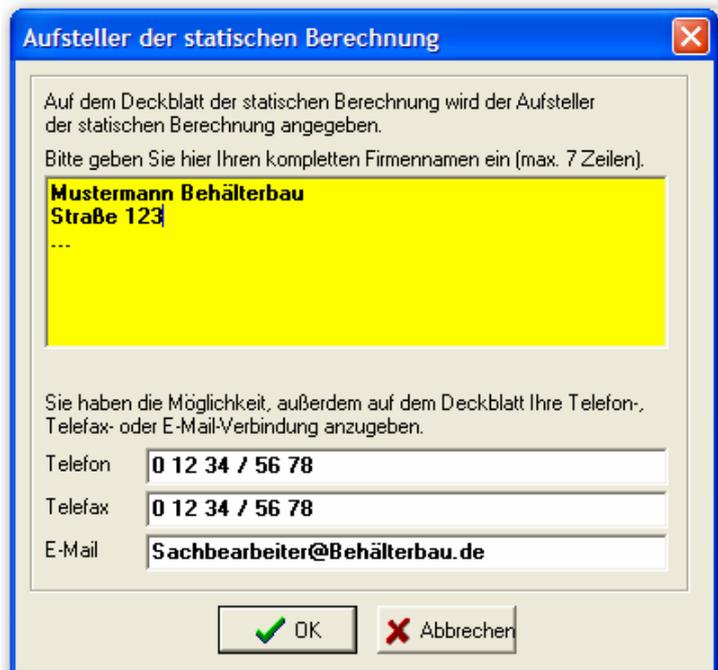
(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

¹

Herausgeber: Bundesverband der Prüfengeure für Bautechnik e.V.
Download der Richtlinie unter www.bvpi.de



Die Eingabe Ihres Firmennamens (und evtl. weiterer Daten) brauchen Sie nur einmal vorzunehmen. Sie können diese Angaben aber jederzeit ändern.



In wenigen Sekunden wird die statische Berechnung erstellt und auf dem Bildschirm angezeigt.



Die Vorschau

Bei Darstellung mit der aktuellen Version 9.3.3 des Adobe Reader:

The screenshot shows the Adobe Reader interface for a PDF document titled 'Statik_Behaelter.pdf'. The top toolbar contains several icons, with callouts pointing to 'Drucken' (Print), 'Seite zurück' (Previous Page), and 'Seite vor' (Next Page). The left sidebar shows a 'Lesezeichen' (Bookmarks) panel with a tree structure of document sections. The main content area displays a technical document page with the heading '4.2 Über- und Unterdrücke'. Below the heading, there is text describing long-term and short-term over- and under-pressures, followed by a mathematical equation: $p_{uS} = 0,60 \cdot q_{max} \cdot 10^{-3} = 0,60 \cdot 0,48 \cdot \dots$. The text continues with 'q_{max} siehe Gleichung 9'. Below this is a table titled 'Tabelle 2: Über- und Unterdrücke' with columns for 'Langzeitig' and 'Kurzzeitig', and rows for 'innerer Überdruck'. The 'Kurzzeitig' row has a red box around the number '9' in the text 'p_{üK} = 0,000 50 N/mm² (5,0 mba)'. Callouts at the bottom point to 'verkleinern' (Zoom Out), 'vergrößern' (Zoom In), 'ganze Seitenbreite anzeigen' (Fit Width), 'ganze Seite anzeigen' (Fit Page), and 'roter Rahmen geht zu ...' (Red box goes to ...). The last callout includes the example: 'Im Beispiel: geht zu Gleichung (9)'. The 'Suchen' (Search) field in the top right is also visible.

Beispielseite

Seite X von Y

Angabe des Abschnitts auf jeder Seite in der Kopfzeile

Berechnung für Behälter
6 Nachweise Seite 19 von 23

Nachweis 1 entsprechend DVS 2205-2, Gleichung (13):

$$\eta_1 = \frac{K_{L,d}}{K_{L,d}^*} + \frac{K_{M,d}}{K_{M,d}^*} = \frac{6,85}{9,23} + \frac{0,00}{10,39} = 0,742 < 1,0 \Rightarrow \text{Nachweis erbracht}$$

Nachweis 2 entsprechend DVS 2205-2, Gleichung (15):

$$\eta_2 = \frac{\Sigma K_{K,d}}{K_{K,d}^*} = \frac{7,06}{13,42} = 0,526 < 1,0 \Rightarrow \text{Nachweis erbracht}$$

Für die Berechnung der Mindest-Bodendicke (siehe Abschnitt 6.3.1) wird die statisch erforderliche Wanddicke des Zylinders am Übergang zum Boden benötigt.

Durch Umformung von Gleichung (22) der DVS-Richtlinie erhält man:

$$s_{ZF}^* = \frac{K_{L,d}}{K_{L,d}^*} \cdot s_{ZF} = \frac{6,85}{9,23} \cdot 10,0 = 7,4 \text{ mm} \tag{64}$$

6.2.3 Manteldruckstabilität

Der Stabilitätsnachweis in Umfangsrichtung für den Zylinder mit konstanter Wanddicke wird nach DVS 2205-2, Absatz 4.2.2.2 durchgeführt.

Der maßgebliche Unterdruck ist aus den folgenden Unterdrücken zu ermitteln:

$$\begin{aligned} p_u &= 0,00000 \text{ N/mm}^2 \\ p_{uK} &= 0,00030 \text{ N/mm}^2 \\ p_{uS} + p_{eu} &= 0,00029 + 0,00026 = 0,00055 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma p_d &= \gamma F_2 \cdot \max(p_u, p_{uK}, p_{uS} + p_{eu}) \\ &= 1,50 \cdot 0,00030 = 0,00045 \text{ N/mm}^2 \end{aligned} \tag{65}$$

Der kritische Manteldruck des Zylinders beträgt:

$$\begin{aligned} p_{kM,d} &= 0,67 \cdot C^* \cdot \frac{E_K^{2,5} \cdot r}{\gamma_M \cdot h_Z} \cdot \left(\frac{s_Z}{r}\right)^{2,5} \\ &= 0,67 \cdot 1,0 \cdot \frac{550 \cdot 1110}{1,10 \cdot 3330} \cdot \left(\frac{10}{1110}\right)^{2,5} = 0,00125 \text{ N/mm}^2 \end{aligned} \tag{66}$$

C* = 1,0 gilt für den Behälter mit Dach

Nachweis entsprechend DVS 2205-2, Gleichung (50):

$$\eta_M = \frac{A_{2f} \cdot \gamma_I \cdot \Sigma p_d}{p_{kM,d}} = \frac{1,00 \cdot 1,20 \cdot 0,00045}{0,00125} = 0,36 < 1,0 \Rightarrow \text{Nachweis erbracht}$$

Mit Abschnittsnummierungen.

Nachweis erbracht

Mit Formelnummierungen.

Echte Formelschreibweise.
 • als allgemeine Formel und
 • mit eingesetzten Zahlen

Damit ist die statische Berechnung „zu Fuß“ nachvollziehbar.