



PRESSEMITTEILUNG



Thermoplastische Behälter und ihre Auslegungsparameter

Steigerung der Arbeitseffektivität mit Ingenieursoftware zur Behälterberechnung

Als in den 50er Jahren erste vollthermoplastische Behälter statisch dimensioniert wurden, beschränkte sich die Auslegung auf die Anwendung der Kesselformel. Erst mit den zunehmend komplexeren Anwendungsgebieten von vollthermoplastischen Tanks wurde eine differenzierte Betrachtung notwendig.

Für alle Behälterkonstruktionen, bei denen ein thermoplastischer Werkstoff (PE, PP oder auch PVC) als statisch tragendes Bauteil angesetzt wird, bildet die DVS-Richtlinie (Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V.) die erforderliche Rechtsgrundlage und wird weltweit als aktueller Stand der Technik akzeptiert. Insbesondere in der DVS-Richtlinie 2205 (DVS-Taschenbuch, aktuelle Ausgabe 2016) wird explizit und detailliert auf die Berechnung von Behältern und Apparaten aus Thermoplasten eingegangen. Um die neusten Erkenntnisse aus Wissenschaft und Wirtschaft sowie der Material- und Normenentwicklung in das Regelwerk zu implementieren, wird kontinuierlich in den entsprechenden Arbeitskreisen des DVS über eventuelle Änderungen beraten. So konnte in den letzten Jahren für Rundbehälter mit Flachböden, Schrägböden sowie ringgestützte Kegelböden eine umfassende Reihe von Richtlinien verabschiedet werden.

Ogleich es sich bei den DVS-Richtlinien um den aktuellen und anerkannten Stand der Technik handelt, sind bei genauerer Betrachtung in der Praxisanwendung Überarbeitungspotenziale erkennbar. So wird derzeit die aktuelle Rechteckbehälterrichtlinie 2205-5 grundlegend überarbeitet. Dabei wird das Teilsicherheitskonzept aus der aktuellen Normengeneration (EC) konsequent umgesetzt. Weiterhin wird das gültige Formelwerk zur Schnittgrößen- und Verformungsberechnung an horizontal- sowie jochverstärkten Rechteckbehältern an das erhöhte Anforderungsprofil angepasst.

Für individuelle Anwendungsfälle, wie z. B. einen Segmentboden (*Grafik 1: Segmentboden*), kann ein Regelwerk wie die DVS keinen konsistenten Berechnungsansatz liefern. Die erforderliche Spannungsermittlung kann hier nur nach der Finite-Elemente-Methode (FEM) erfolgen. Aufgrund der komplexen Materialeigenschaften von thermoplastischen Werkstoffen (spannungsabhängiges, temperaturabhängiges und zeitabhängiges E-Modul) ist dabei jedoch eine sehr lange und zeitintensive Einarbeitungszeit des Konstrukteurs bzw. Ingenieurs erforderlich.

So umfasst die heutige Statik eine detaillierte Bauteileinzelbetrachtung. In Verbindung mit Lastfällen, wie Füllung, Unter- und Überdruck, Verkehrslasten, Temperatur, Medieneinwirkung, Windlasten, Schneelasten oder Erdbebenlasten, werden eine Vielzahl von Nachweisen erforderlich, die sich in einer umfangreichen statischen Berechnung widerspiegeln. Somit wird die Aufstellung einer prüffähigen Statik in einem wirtschaftlich angemessenen Zeitfenster nur mit einem speziellen Ingenieursoftwarepaket möglich.

Es stellt sich die Frage: **Welche Anforderungen werden heute an ein Programm zur Berechnung von Behältern gestellt?**

Die Suche nach einem modernen Programm zur Berechnung von Behältern muss vor allem fünf Aspekte berücksichtigen: Projektverwaltung, Datenhaltung, Eingabe, Berechnung und Ausgabe.

Gerhard Weber
Kunststoff-Verarbeitung GmbH
Mühlendamm 28
D-32429 Minden
info@weber-kunststofftechnik.de

Verwaltung:
Mitteldamm 65a
D-32429 Minden
Tel. +49 [0] 5 71 / 9 56 05 - 0
Fax +49 [0] 5 71 / 9 56 05 - 1 99

www.weber-kunststofftechnik.de



PRESSEMITTEILUNG



Grundlegende Fragen sind bei der Einführung einer Ingenieursoftwarelösung zu stellen: Ermöglicht die Software eine übersichtliche Projektverwaltung und Datenhaltung? Handelt es sich um einen stabilen Programmablauf? Ist es der aktuelle Stand der Technik? Sind alle üblichen Behältertypen berechenbar? Ist die Ausgabe für Dritte prüffähig? Ist das Programm netz- und cloudfähig?

Um die höchstmögliche Arbeitseffektivität zu ermöglichen, sind integrierte Zusatztools der Finite-Elemente-Methode (FEM), des CAD sowie zu der Kalkulation ebenfalls sehr sinnvolle Komponenten. Sie ermöglichen eine ganzheitliche Betrachtung des Konstruktionsablaufs.

Antworten auf die aufgeworfenen Fragestellungen und Anforderungen finden wir in dem Organisationsdiagramm (*Grafik 2: Organisationsdiagramm*) als Grundlage eines modernen Softwarepakets für die Behälterbemessung.

Zentrale Schnittstelle des Gesamtpakets ist die Kernsoftware, in der die Verbindung zwischen den Modulen Expertensoftware, Rechenkern, Verwaltungssoftware und Ausgabe hergestellt wird.

Im Hinblick auf die Kernsoftware hat sich das Schichtenmodell im Rahmen einer objektorientierten Programmierung bewährt. Es ermöglicht eine klare und sichere Trennung zwischen der Ein- und Ausgabe sowie den eigentlichen Daten. Eine Eingabeprüfung findet mit Hilfe einer Validierung und nicht mit einer Fehlermeldung statt. Die Eingabe für den Anwender ist intuitiv und logisch nachvollziehbar, unter Berücksichtigung der auf den Behälter auswirkenden Lasten, gestaltet. Eine anschließende Datenspeicherung als XML-Datenspeicherung (human readable) gewährleistet den Datenaustausch zwischen Behälter- und Fremdsoftware bzw. nahezu jedem beliebigen Rechenkern.

Eine Verwaltung, die lediglich Eingabe- und Ausgabedaten einer Stand-Alone Lösung berücksichtigt, kann dieser Anforderung nicht genügen. Es müssen vielmehr alle im Block „Verwaltungssoftware“ (*Grafik 2: Organisationsdiagramm, Block: Verwaltungssoftware*) aufgeführten Verwaltungsaspekte zentral verwaltet und allen Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt werden. Besondere Bedeutung besitzt dabei im Hinblick auf die Fehlervermeidung bei der Programmeingabe das Hinterlegen der Sicherheits- und A-Abminderungsfaktoren sowie der verschiedensten Werkstoffe, wie z. B. die gängigen Materialien PP-R, PP-H, PE-80, PE-100 sowie PE 100-RC. Erwähnt sei in diesem Zusammenhang auch die Problematik des medienabhängigen Abminderungsfaktors A_2 . Die korrekte Vorgabe des durch den Anwender innerhalb der Berechnung zu spezifizierenden Wertes erweist sich immer wieder als problematisch. Abhilfe kann hier die Real Time Anbindung an eine zentral gehostete und kompetent gepflegte Datenbank, wie z. B. die SIMCHEM der Simona AG, schaffen. Jeder innerhalb einer Anfrage geklärte A_2 -Wert steht in Echtzeit allen Anwendern der Software zur Verfügung.

Die Hinterlegung aller wesentlichen Projektdokumente, wie Zeichnungen, Ausschreibungen, Spezifikationen und Notizen der Projektbeteiligten, ist neben den reinen Ein- und Ausgabedaten der Berechnungssoftware ein weiteres wesentliches Feature der Verwaltungssoftware.



PRESSEMITTEILUNG



Die Ausgabe der Berechnung ist für externe Prüfstatiker sowie Prüfbehörden nachvollziehbar und prüffähig zu gestalten. Dabei gelten folgende Anforderungen:

- Jede Berechnung muss in sich abgeschlossen sein.
- Sie muss für die Weiterverwendung durch Dritte geeignet sein.
- Sie muss vollständig und klar gegliedert sein.
- Sie muss lesbar und prüfbar sein.
- Sie muss kopier- bzw. scannfähig sein.
- Die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit ist vollständig, übersichtlich und prüfbar für alle Bauteile und Verbindungen entsprechend der Aufgabenstellung nachzuweisen.
- Sie muss alle notwendigen Angaben für die Anschlusskonstruktion und eine spezielle Anschlussstatik enthalten.
- Ausdrucke EDV-unterstützter Berechnungen müssen vollständig, nachvollziehbar und reproduzierbar sein.

Ausblick/Fazit

Die Markt- und Wettbewerbssituation im Sonderbehälterbau wird sich auch in den kommenden Jahren weiter verschärfen. Dabei müssen bei wachsendem Termin- und Kostendruck immer mehr Aufträge in einem kürzeren Zeitfester abgewickelt werden. Diesem Widerspruch kann nur mit einem effizienten und flexiblen Konstruktionsablauf Rechnung getragen werden, Grundlage ist hier eine leistungsfähige Projekt- und Datenverwaltung. Desweiteren bilden ein ständiger Austausch zwischen Anwender und Softwarehersteller in Form von Programmschulungen und/oder Programmanpassungen weitere Bausteine für eine solide Zusammenarbeit.

Autoren



Dipl.-Ing. (FH) Michael Wille
Gerhard Weber Kunststoff-Verarbeitung GmbH
Statik/Konstruktion
DVS Obmann der Arbeitsgruppe
W 4.3b Konstruktive Gestaltung - Apparatebau
www.weber-kunststofftechnik.de



Dr.-Ing. Ingo Lukas
LU-Engineering Software GmbH
Geschäftsführer
Mitglied der Arbeitsgruppe
W 4.3b Konstruktive Gestaltung - Apparatebau
Mitglied der PG-Berechnung
SVA 40 - Kunststoffbehälter und -rohre
Deutsches Institut für Bautechnik
www.lu-software.com

Nächste Seite: Bildlegende

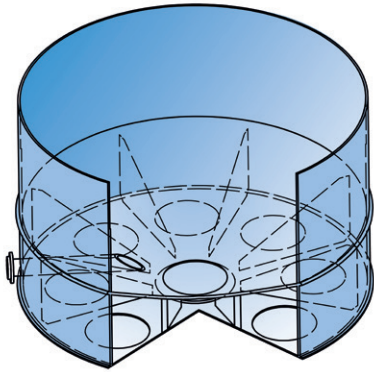
Gerhard Weber
Kunststoff-Verarbeitung GmbH
Mühlendamm 28
D - 32429 Minden
info@weber-kunststofftechnik.de

Verwaltung:
Mitteldamm 65a
D - 32429 Minden
Tel. +49 [0] 5 71 / 9 56 05 - 0
Fax +49 [0] 5 71 / 9 56 05 - 1 99

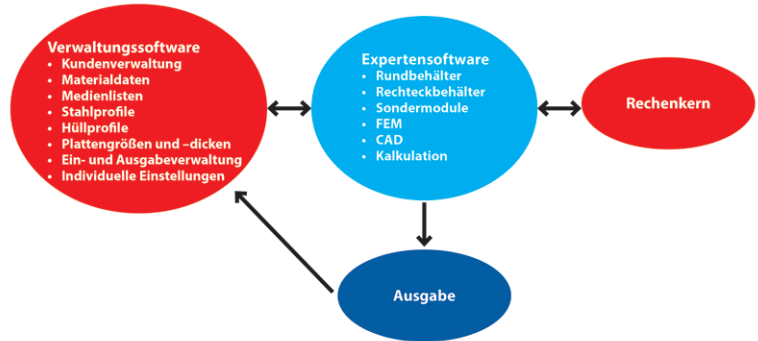
www.weber-kunststofftechnik.de



PRESSEMITTEILUNG



Grafik 1: Segmentboden



Grafik 2: Organisationsdiagramm



Rechteckbehälter



Rundbehälter



Rundbehälter

Gerhard Weber
Kunststoff-Verarbeitung GmbH
Mühlendamm 28
D- 32429 Minden
info@weber-kunststofftechnik.de

Verwaltung:
Mitteldamm 65a
D- 32429 Minden
Tel. +49 [0] 5 71 / 9 56 05 - 0
Fax +49 [0] 5 71 / 9 56 05 - 1 99

www.weber-kunststofftechnik.de