

*Die Regelwerke EN 13445 und AD 2000 im Vergleich*

## Die DIN EN 13445 ist zur echten Alternative gereift

Das AD 2000-Regelwerk ist der dominierende Standard für den Druckbehälterbau in Deutschland. Die bereits in anderen europäischen Ländern verbreitete DIN EN 13445 findet kaum Berücksichtigung. Dies allerdings zu Unrecht, denn ein aktueller Vergleich, der im Rahmen einer Bachelorarbeit [1] durchgeführte wurde, zeigt: Die EN 13445 ist zu einer echten Alternative gereift. Gerade das Hauptargument gegen eine Umstellung, die steigenden Kosten, ist längst überholt.

**D**ie vorliegende Untersuchung entstand im Auftrag eines großen Chemiekonzerns. Dort ist zum Betreiben der verfahrenstechnischen Anlagen eine Vielzahl von Druckbehältern erforderlich. Für dessen konstruktive Auslegung dominiert in Deutschland das AD 2000-Regelwerk. An anderen europäischen Standorten werden weitere nationale Regelwerke verwendet. Daraus resultiert eine in der heutigen globalen Wirtschaft kaum hinnehmbare Einschränkung des Marktes für die Hersteller und Betreiber von Druckgeräten.

Allgemein gibt es nur zwei international verbreitete Regelwerke im Druckbehälterbau: Zum einen die europäische EN 13445 und zum anderen den amerikanischen ASME Code. Dieser ist der weltweit am häufigsten genutzte Standard für die Konstruktion und Fertigung von Druckbehältern, auch im asiatischen Raum. Allerdings ist der ASME Code nicht kon-

form zur europäischen Druckgeräterichtlinie und stellt keine wirkliche Alternative für europäische Druckgerätebetreiber dar. Die Auslegungsregeln sind deutlich konservativer, wodurch teilweise Behälter „dicker“ werden und

außerdem ist es fraglich, ob die in Deutschland oder anderen europäischen Ländern gewohnten guten Standards ebenso erreicht werden. Ausgehend von dieser Problematik stellt sich die Frage, mit welchen Änderungen bei einer Umstellung vom AD 2000-Regelwerk zur EN 13445 zu rechnen ist. Dabei interessiert auch die Frage, inwieweit die Kosten für Material, Herstellung und Prüfung bei dem Kauf eines neuen Druckbehälters steigen oder sinken und welche weiteren Anforderungen gegebenenfalls zu beachten sind. Da ein vollständiger Vergleich im Rahmen einer durchgeführten Bachelorarbeit nicht möglich war, wurden die Unterschiede beim praktischen Berechnungsvergleich eines typischen Wärmetauschers analysiert.

### Regelwerkvergleich

Die Angst vor grundsätzlich steigenden Kosten beruht im Allgemeinen auf Vergleichen, welche in den Anfangsjahren der EN 13445 entstanden sind. Diese stützten sich häufig auf die Betrachtung von Wärmetauschern, da Flansche, ebene Böden, aber vor allem die Rohrböden sich besonders stark auf die Materialkosten auswirkten. Dies trifft heute nur noch teilweise zu. So sind die damals verwendeten

#### Autoren



**Kai Gohlke**  
Produktionsleiter,  
Metrus



**Prof. Dr.-Ing. Paul R. Melcher**  
Lehrstuhl für Qualitätsmanagement,  
Konstruktion, Hydraulik und  
Pneumatik,  
Hochschule Bonn-Rhein-Sieg



**Bild 1:** In verfahrenstechnischen Anlagen gibt es viele Druckbehälter, die ausgelegt werden müssen. Die Frage ist nur, nach welchem Regelwerk.

*industrieblick - Fotolia.com*

Berechnungsgrundlagen zwar weiterhin vorhanden, jedoch wurden inzwischen einige alternative Verfahren implementiert.

So sind mit dem Verfahren nach Anhang J für Rohrböden jetzt sogar geringere erforderliche Wanddicken möglich, als bei der Berechnung nach dem AD 2000-Regelwerk. Auch bei den ebenen Böden sind mit dem alternativen Verfahren nach Anhang G im Vergleich dünnere Wanddicken zulässig, womit Kosten gespart werden können. Für Flansche kann man davon ausgehen, dass in Zukunft die Berechnung verstärkt nach der EN 1591 erfolgt, die bereits heute in beiden Regelwerken zitiert wird. Für einfache Komponenten wie Mäntel und Böden ergeben sich hingegen keine signifikanten Unterschiede.

Neben den Berechnungsverfahren spielt jedoch auch die zulässige Spannung eine Rolle bei der Ermittlung der Materialkosten. Das nur in der EN 13445 vorhandene Zugfestigkeitskriterium wirkt sich dabei vor allem bei niedrigen Auslegungstemperaturen negativ aus. Diese haben in der Industrie jedoch kaum Relevanz. In den meisten Fällen ändert sich deshalb nichts an den zulässigen Spannungen. Einen

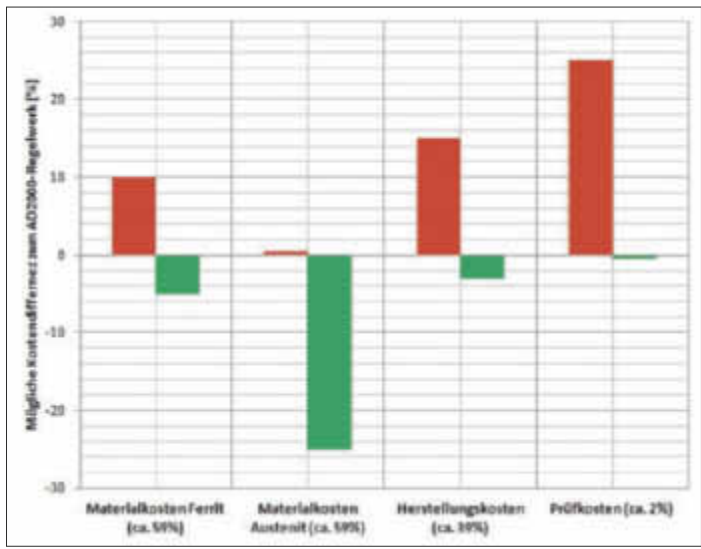
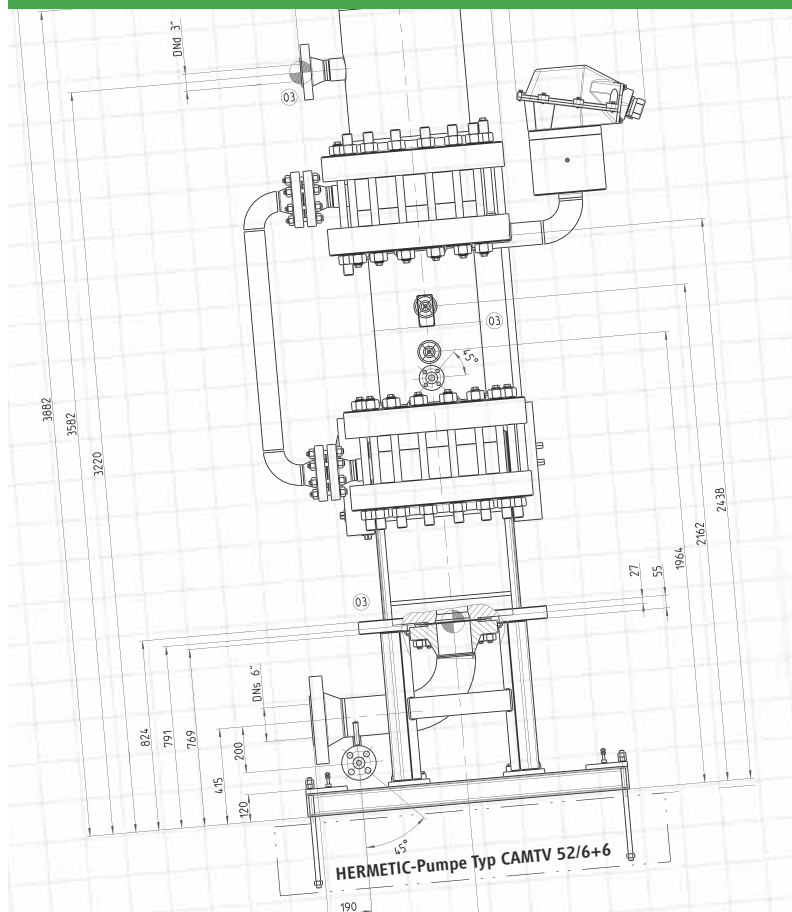


Bild 2: Die Kosten können je nach Behälter sowohl positiv wie auch negativ sein. Die Zahlen in den Klammern sind der prozentuale Anteil an den Gesamtkosten [1].

Sonderfall bilden Austenite mit einer Bruchdehnung >35 %, für die temperaturabhängige Zugfestigkeitswerte vorhanden sind. So sind um bis zu 20 % höhere Spannungen zulässig als nach dem AD 2000-Regelwerk, was sich direkt auf die Wanddicken auswirkt.

Für die Gesamtkosten sind jedoch auch die Herstellung und Prüfungen zu berücksichtigen. Die Herstellungskosten werden dabei hauptsächlich durch die Wärmenachbehandlung beeinflusst. Bei einem groben Vergleich beider Regelwerke zeigt sich, dass ähnliche geschweißte

## HERMETISCHE PUMPEN MIT SPALTROHRMOTOR



### Anwendung:

HERSTELLUNG UND VERARBEITUNG VON FLÜSSIGGAS

### HERMETIC Know-how

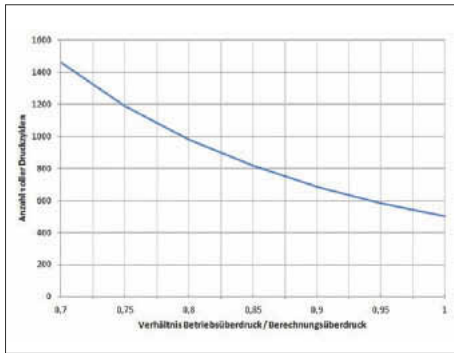
- 100 % leckagefrei ✓
- niedrige Lebenszykluskosten ✓
- geräuscharm ✓
- hohe Verfügbarkeit ✓
- Kundenspezifische Lösung – angepasst an Ihre Prozess-Anforderungen ✓

### Kundenanforderungen

- Förderstrom: 120 m<sup>3</sup>/h ✓
- Förderhöhe: 1400 m ✓
- Nenndruck: PN 100 ✓
- Motorleistung: 370 kW ✓



HERMETIC-Pumpen GmbH  
 info.cav@hermetic-pumpen.com · www.hermetic-pumpen.com



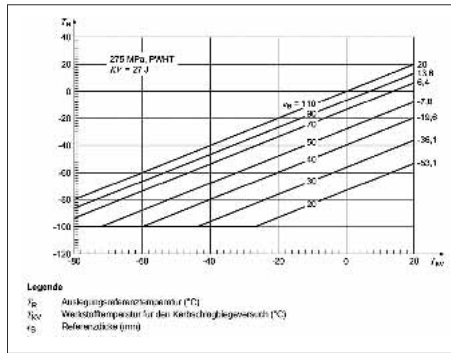
**Bild 3:** Mit der äquivalenten Lastzahl kann die zulässige Anzahl voller Druckzyklen erhöht werden [1].

Wanddicken bzw. Umformgrade als Grenzwerte festgelegt worden sind. Das AD 2000-Regelwerk bietet jedoch mehr Möglichkeiten diese Grenzwerte unter bestimmten Voraussetzungen zu überschreiten, weshalb im Einzelfall nach der EN 13445 eine zusätzliche Wärmenachbehandlung notwendig sein könnte.

Die Prüfkosten hängen hauptsächlich vom Umfang der zerstörungsfreien Prüfungen ab. Dieser ist in der EN 13445 eher etwas höher, was vor allem an der genaueren Differenzierung der Schweißnähte liegt. Die Auswirkungen auf die Gesamtkosten sind jedoch kaum spürbar, da der Anteil der Prüfkosten nur ca. 2% beträgt. Bild 2 zeigt, wie sich die Kosten geschätzt im positiven und negativen Fall entwickeln könnten.

Problematisch hingegen dürfte die deutlich herabgesetzte Grenze für dynamische Belastungen sein. So gilt eine Belastung als vorwiegend ruhend, wenn die Anzahl der vollen Druckzyklen  $N=500$  und die Druckschwankung max. 5% beträgt. Dies ist nur die Hälfte der zulässigen Grenzwerte nach dem AD 2000-Regelwerk. Mit der sogenannten äquivalenten Lastzahl sind jedoch ggf. auch mehr als 500 volle Druckzyklen möglich. Wie im Bild 3 deutlich wird, hängt der Nutzen jedoch vom Verhältnis des Betriebsüberdrucks zum Auslegungsüberdruck ab. Bei einem Verhältnis von ca. 80% sind so auch die gewohnten 1000 Druckzyklen zulässig.

Auch die deutlich geringere Beteiligung der unabhängigen Stelle im gesamten Herstellungs- und Prüfprozess dürfte kritisch beäugt werden. So entfällt u. a. das Umstempeln der Werkstoffe oder die Anerkennung jeder Verfahrensprüfung. Zusätzlich fehlt in der EN 13445 die klare Forderung nach einer Schweiß- oder Prüfaufsicht. Der damit verbundenen Sorge vor minderwertiger Qualität kann durch geeignete Anpassung interner Normen und Lieferbedingungen sowie



**Bild 4:** Je nach Referenzdicke sind auch ohne Anpassung des Sicherheitsbeiwertes tiefere Temperaturen als die Prüftemperatur zulässig [2].

durch die Auditierung der Hersteller vorgebeugt werden.

#### Vorteile der EN 13445

Die EN 13445 bietet z. T. jedoch auch bessere Ansätze als das AD 2000-Regelwerk. So z. B. die drei Verfahren zur Sprödbruchvermeidung. Vor allem das Verfahren 2, das mit Nomogrammen (Bild 4) arbeitet, bietet Betreibern von Druckgeräten die Möglichkeit, bestehende Apparate im Nachhinein für tiefere Temperaturen zu qualifizieren. Hierbei wird die tiefste zulässige Temperatur über die Referenzwanddicken der Bauteile und die Prüftemperatur während des Kerbschlagbiegeversuches ermittelt.

Aber auch konstruktiv bietet die EN 13445 einige zusätzliche Möglichkeiten. Beispielsweise

rechteckige Behälter oder elliptische Böden. Die Berechnungsansätze sind in der Regel jedoch sehr komplex. So ist der Einfluss einzelner Parameter auf das Gesamtergebnis oft nicht sofort erkennbar. Dadurch kann der Aufwand beim Korrigieren von Unterdimensionierungen steigen. Die komplexen Ansätze führen jedoch, wie bereits aufgezeigt wurde, auch häufig zu dünneren Wanddicken.

#### Fazit

Es zeigt sich, dass das Image des unvollständigen Regelwerkes, das grundsätzlich zu Mehrkosten führt, somit längst überholt ist. Zwar kann man nicht ausschließen, dass sich im Einzelfall deutlich größere Unterschiede zwischen beiden Regelwerken ergeben, jedoch können die meisten Abweichungen mit zusätzlichen Vorgaben durch die Betreiber ausgeglichen werden. Eine Umstellung zur EN 13445 ist daher gerade im Sinne eines vereinten europäischen Wirtschaftsraumes empfehlenswert.

[1] Gohlke, K.: „Die DIN EN 13445 und das AD 2000-Regelwerk – ein anwendungsorientierter Vergleich aus der Sicht eines Druckgerätebetreibers der chemischen Industrie“, eine Bachelorarbeit im Fachbereich Elektrotechnik, Maschinenbau und Technikjournalismus der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin: 2014.

[2] DIN EN ISO 13345: Unbefeuerte Druckbehälter, Teile 1 bis 9, Berlin, Beuth-Verlag: 2012.

» [prozesstechnik-online.de/cav0814470](http://prozesstechnik-online.de/cav0814470)

#### → GUT ZU WISSEN

### Was ist anders bei der EN 13445 im Vergleich zum AD 2000-Regelwerk

- Gilt nur für unbefeuerte Druckbehälter
- Deutlich besseres Sprödbruchkonzept mit drei Verfahren
- Nichtmetallische Behälter können nicht ausgelegt werden
- Zusätzliche konstruktive Möglichkeiten
- Herabgesetzte Grenze für die vorwiegend ruhende Beanspruchung
- Zusätzlicher analytischer Nachweis möglich (direktes Verfahren)
- Hersteller brauchen keine Qualifizierung /Überprüfung durch eine unabhängige Stelle
- Umfang der Arbeitsproben beim Schweißen richten sich z. T. nach der geschweißten Nahtlänge (objektungebunden)
- Keine klare Forderung nach Schweiß- oder Prüfaufsichten
- Deutlich geringere Beteiligung von unabhängigen Stellen
- Etwas höherer Umfang an zerstörungsfreien Prüfungen (ZFP)
- Bewertung von Anzeigen der ZFP nach europäischen Normen
- Kosten für Behälter werden in der Regel gleich oder geringer sein
- Deutlich größerer Markt für Hersteller und Betreiber
- Verbreitung in Europa kann sich positiv für weitere Märkte wie Asien auswirken