

### **Verwendete Regelwerke:**

- UN Recommendations
- RID ADR Kap. 4 / 6
- IMDG-Code Kap. 4 / 6

### **1. Zweck**

Die VPA 10 ist anwendbar für Lüftungs- und Druckausgleichseinrichtungen für Verpackungen, Innenverpackungen und IBC. Sie beschreibt am Markt vorhandene Typen, ihre Einsatzmöglichkeiten und Prüfungen zur Eignung. Bei der Verwendung von Lüftungs- und Druckausgleichseinrichtungen für Gefahrgutverpackungen ist das ADR Kapitel 4.1.1.8 zu beachten.

### **2. Begriffe**

Begriffe, die Lüftungs- und Druckausgleichseinrichtungen beschreiben, sind in der DIN 55405 „Begriffe für das Verpackungswesen“ nicht enthalten. Aus diesem Grund sind hier die in der Praxis üblicherweise verwendeten Begriffe aufgeführt:

- Belüftungsventil
- Druckausgleichseinrichtungen
- Lüftungseinrichtungen (nur für Entlüftung)
- Sicherheitsventil
- Überdruckventil

In diesem Papier werden die genannten Einrichtungen zur Vereinfachung als Ventile bezeichnet.

Differenzdruck ist die Differenz des Über- bzw. Unterdruckes im Verhältnis zum Umgebungsdruck.

### **3. Standardanforderungen / Definitionen**

Standardanforderungen ergeben sich sowohl aus den oben genannten Regelwerken als auch durch die in der Verpackungspraxis vorkommenden Beanspruchungen. Ventile müssen geeignet sein, die durch z.B. Temperaturschwankungen oder chemische Reaktionen entstehenden Druckdifferenzen auszugleichen. Für die Ermittlung der Einflussparameter und die Bestimmung der Eignung der Ventile ist der Verwender verantwortlich. Wesentliche Standardanforderungen sind:

- Temperaturstabilität

Es handelt sich um die Beständigkeit der Ventile gegen Temperatureinflüsse bei Abfüllung, Transport und Verwendung der Verpackungen.

- Chemikalienbeständigkeit

Es handelt sich um die Beständigkeit der Ventile gegen Einwirkungen der verpackten Produkte.

- Be- und Entlüftungskapazität

Es handelt sich um das Volumen pro Zeiteinheit des jeweils ausströmenden Gases bei einem definierten Differenzdruck.

- Ansprechdruck  
Es handelt sich um einen definierten Druck, bei dem die Funktion des Ventils einsetzt. Ein definierter Restdruck wird dann gewünscht, wenn z.B. der verbleibende Innendruck zur Erhöhung der Stapelfestigkeit der Verpackung dient.
- Dichtheit  
Es handelt sich um die Erfüllung der Forderung, dass mit Ventilen versehene Verpackungen bei bestimmungsgemäßer Verwendung ebenso dicht sind wie Verpackungen ohne Ventile.
- Schließverhalten  
Es handelt sich um die Fähigkeit des Ventils, nach dem Abblasvorgang bei Wiedererreichen des Ansprechdrucks die ursprüngliche Dichtheit erneut herzustellen.
- Verwendungsdauer  
Es handelt sich um den Zeitraum, bei dem das Ventil bei bestimmungsgemäßer Verwendung voll funktionsfähig ist.
- Mechanische Stabilität  
Das Ventil muss durch seine Konstruktion bzw. zusätzlich aufgebrachte Schutzeinrichtungen in die Lage versetzt werden, den bei der bestimmungsgemäßen Verwendung der Verpackung auftretenden mechanischen Belastungen standzuhalten.

#### **4. Bauarten**

Die in der chemischen Industrie am häufigsten eingesetzten Ventile lassen sich in folgende Gruppen einteilen:

##### **4.1 Ventile**

Diese werden eingesetzt, wenn in den Verpackungen ein definierter Überdruck während der Verwendung gewünscht wird. Spezielle Ventile werden in der Regel auch verwendet, um schädlichen Unterdruck bei Heißabfüllung zu vermeiden.

Unterschieden werden:

- Pilzventile (Bild 1)
- Kugelventile (Bild 2)
- Schlitz- oder Bunsenventile (Bild 3)

##### **4.2 Membrane, Vliese, Filter**

Diese werden eingesetzt, wenn innerhalb der Verpackungen keine bzw. nur minimale Druckdifferenzen zum Umgebungsdruck auftreten sollen.

Ventiltyp	Eigenschaften	geeignet für	Packmittel
Mikroporöse Membrane (dünne Folie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittelmäßige mechanische Stabilität</li> <li>• mittelmäßige Be- und Entlüftungskapazität</li> <li>• hohes Flüssigkeitsrückhaltevermögen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fast alle Flüssigkeiten</li> <li>• stark kriechende Flüssigkeiten (mit organischen Bestandteilen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für kleine und große Behälter geeignet (Flaschen, Kanister, Fässer, Kombi-IBC)</li> </ul>
Gesinterte Membrane (dicke Folie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe mechanische Festigkeit</li> <li>• hohe Be- und Entlüftungskapazität</li> <li>• niedriges Flüssigkeitsrückhaltevermögen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht kriechende Flüssigkeiten (ohne organische Bestandteile)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für kleine Behälter geeignet (Flaschen, Kanister)</li> </ul>
Vliese (flexibel, dünn, filzartig)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittelmäßige mechanische Stabilität</li> <li>• hohe Be- und Entlüftungskapazität</li> <li>• niedriges Flüssigkeitsrückhaltevermögen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht kriechende Flüssigkeiten (ohne organische Bestandteile)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für kleine Behälter geeignet (Flaschen, Kanister)</li> </ul>
Gesinterte Filter (starrs Bauteil)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe mechanische Festigkeit</li> <li>• hohe Be- und Entlüftungskapazität</li> <li>• niedriges Flüssigkeitsrückhaltevermögen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht kriechende Flüssigkeiten (ohne organische Bestandteile)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für kleine und große Behälter geeignet (Flaschen, Kanister, Fässer, Kombi-IBC)</li> </ul>

Die Eignung der Membrane, Vliese, Filter und deren Kombinationen ist mit dem Hersteller jeweils abzustimmen.

Unterschieden werden:

- Membrane (Bild 4)
- Mikroporöse Membrane (Bild 5)
- Gesinterte Membrane (Bild 6)
- Vliese (Bild 7)
- Gesinterte Filter aus Glas oder Polyolefinen (Bild 8)

Die Anwendungsbereiche sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

#### 4.3 Kombinationen

Es handelt sich um Kombinationen der Bauarten der Punkte 4.1 und 4.2. Ein Einbaubeispiel ist in Bild 9 dargestellt.

## 5. Prüfungen

Die für die jeweilige Bauart durchzuführenden Prüfungen sind in nachfolgender Tabelle dargestellt:

Prüfungen	Bauarten		
	Ventile	Membrane, Vliese, Filter	Kombinationen
Chemikalienbeständigkeit	x	x	x
Be- und Entlüftungskapazität	x	x	x
Ansprechdruck	x	x <sup>1</sup>	x
Dichtheit (Gase)	x		x
Dichtheit (Flüssigkeiten)	x	x	x
Schließverhalten	x		x
Funktion unter Füllguteinfluss	x	x	x

<sup>1</sup> Bestimmung nach Füllguteinfluss

### 5.1 Prüfung des Ansprechdruckes

#### 5.1.1 Zweck

Die Prüfung dient zur Bewertung der Ventile hinsichtlich ihres Ansprechverhaltens beim Auftreten von Überdruck.

#### 5.1.2 Durchführung

Das Messgerät besteht aus einer Einspannvorrichtung für den mit Ventil ausgerüsteten Verschluss und einem Differenzdruckmessgerät. Die Prüfung soll an einer ausreichenden Anzahl von Verschlüssen vorgenommen werden. Die Versuche sind standardmäßig bei Raumtemperatur (23°C) durchzuführen. Gegebenenfalls ist die Temperatur der bestimmungsgemäßen Verwendung entsprechend zu wählen.

Der zu prüfende Verschluss wird in die Einspannvorrichtung eingelegt und der Prüfvorgang gestartet. Das Prüfprogramm ist dabei so zu wählen, dass die Drucksteigerung dem Verwendungszweck angepasst ist und in einer festgelegten Zeit abläuft (z. B. 0-30 kPa Drucksteigerung innerhalb 30 Sekunden für Kanister und Fässer). Innerhalb dieser Zeit muss sich das Ventil öffnen.

#### 5.1.3 Prüfprotokoll

Im Prüfprotokoll sind folgende Inhalte anzugeben:

- Beschreibung des Prüfobjektes
- Anzahl der geprüften Muster
- Ansprechdruck in kPa auf 0,1 kPa gerundet (Mittelwert und Standardabweichung)
- Messbereich der Prüfapparatur
- Datum
- Prüfer

## 5.2 Prüfung der Be- und Entlüftungskapazität

### 5.2.1 Zweck

Die Prüfung dient zur Bewertung der Ventile hinsichtlich ihres Verhaltens beim Auftreten von Druckdifferenzen bei Gasdurchfluss.

### 5.2.2 Durchführung

Das Messgerät besteht aus einem Adapter für die mit Ventil ausgerüsteten Verschlüsse zum Anschluss an eine Druckluftleitung sowie einem Druckmesser und einem Durchflussmesser (z. B. Rotameter). Die Prüfung soll an einer statistisch ausreichenden Anzahl von Verschlüssen vorgenommen werden. Pilzventile müssen mindestens 72 Stunden alt sein (vom Tag der Herstellung gerechnet). Die Versuche sind standardmäßig bei Raumtemperatur (23°C) durchzuführen. Gegebenenfalls ist die Temperatur der bestimmungsgemäßen Verwendung angepasst zu wählen. Der zu prüfende Verschluss wird auf einen Adapter geschraubt. Danach wird der gewählte Vordruck eingestellt.

Üblicherweise wird mit 3 Drücken eine Messreihe erstellt (z. B. 2 kPa; 15 kPa; 20 kPa). Bei jedem der gewählten Drücke wird der Volumenstrom gemessen und registriert.

### 5.2.3 Prüfprotokoll

Im Prüfprotokoll sind folgende Inhalte anzugeben:

- Beschreibung des Prüfobjektes (z. B. Membran- oder Vliesverschluss)
- Anzahl der geprüften Muster
- Be- und Entlüftungskapazität (Volumenstrom) in dm<sup>3</sup>/h (min-; max-; Mittelwert) in Abhängigkeit vom Vordruck
- Standardabweichung in dm<sup>3</sup>/h
- Variationskoeffizient (V) in % ( $V = \text{Standardabweichung} : \text{Mittelwert} \times 100$ )
- Messbereich der Prüfapparatur
- Datum
- Prüfer

## 5.3 Prüfung der Funktionsfähigkeit unter Füllguteinfluss

### 5.3.1 Zweck

Die Prüfung dient zur Ermittlung der füllgutspezifischen Eignung von Ventilen.

### 5.3.2 Durchführung

Die Prüfung soll an einer statistisch ausreichenden Anzahl von Verschlüssen vorgenommen werden. Vor der Prüfung sind die Werte des Ansprechdrucks und der Be- bzw. Entlüftungskapazität der unbehandelten Verschlüsse mit Ventilen zu ermitteln und jeder Verschluss ist dauerhaft zu kennzeichnen. Anschließend werden die Verschlüsse in dem Füllgut (vollflächige Benetzung des gesamten Verschlussinnenteils) gelagert. Die Lagerung erfolgt bei Raumtemperatur (23°C).

Abweichende Lagertemperaturen (z.B. 40°C/80 % rel. LF) sind entsprechend vorzugeben. Die füllgutspezifischen Lagerzyklen betragen in der Regel 2 Stunden, 4 Stunden, 8 Stunden, 16 Stunden, 24 Stunden, 7 Tage, 14 Tage, 21 Tage. Nach jedem Lagerzyklus ist der Verschluss durch Abtupfen mit geeignetem Material innen von dem anhaftenden Füllgut zu befreien. Anschließend ist jeweils der Ansprechdruck und die Be- bzw. Entlüftungskapazität zu bestimmen.

5.3.3 Im Prüfprotokoll sind folgende Inhalte anzugeben:

- Beschreibung des Prüfobjektes
- Anzahl der geprüften Muster
- ggf. rel. LF
- Lagertemperatur
- Lagerzyklus
- Ansprechdruck der unbehandelten Ventile in kPa auf 0,1 kPa gerundet
- Be- bzw. Entlüftungskapazität der unbehandelten Ventile in dm<sup>3</sup>/h
- Be- und Entlüftungskapazität der behandelten Ventile in dm<sup>3</sup>/h
- Ansprechdruck der behandelten Ventile in kPa auf 0,1 kPa gerundet
- Datum
- Prüfer

#### 5.4 Bestimmung der Flüssigkeitsdichtheit

5.4.1 Eignungsprüfung – Bestimmung der Dichtheit gegenüber dem Originalfüllgut

5.4.1.1 Zweck

Diese Prüfmethode ist eine Eignungsprüfung von Packmitteln unter Produkteinfluss.

5.4.1.2 Durchführung

Die vorgesehene Verpackung wird bei Raumtemperatur mit dem Originalfüllgut zu 98 % befüllt. Der zu prüfende Verschluss ist nach den Vorgaben des Herstellers auf die Verpackung aufzubringen. Die befüllte und verschlossene Verpackung wird mit dem Verschluss nach unten gedreht, so dass der Verschluss mit dem hydrostatischen Druck des Füllgutes belastet wird. Auf der dem Verschluss gegenüberliegenden Seite wird zur Vermeidung einer Druckerrhöhung über den hydrostatischen Druck hinaus eine Druckentlastung geschaffen. Die so verschlossene und positionierte Verpackung wird 24 h bei Raumtemperatur gelagert. Tritt kein Füllgut durch den Verschluss aus, gilt die Prüfung als bestanden. Eine Benetzung des Verschlusses auf der Oberfläche ist akzeptabel, wenn anschließend Ansprechdruck und Entgasungskapazität noch ausreichend sind (Kontrolle).

#### 5.4.1.3 Dokumentation / Prüfbericht

Im Prüfbericht sind folgende Inhalte anzugeben:

- Beschreibung des Prüfobjektes inklusive der Verpackung
- Anzahl der geprüften Muster
- Füllgut
- Prüfergebnis
- Datum
- Prüfer

#### 5.4.2 Wareneingangsprüfung – Bestimmung der Dichtheit gegenüber Ersatzfüllgut

##### 5.4.2.1 Zweck

Diese Prüfmethode ist eine Routineprüfung bei der Wareneingangsprüfung von Packmitteln.

##### 5.4.2.2 Durchführung

Die vorgesehene Verpackung wird bei Raumtemperatur mit dem Originalfüllgut zu 98 % befüllt. Der zu prüfende Verschluss ist nach den Vorgaben des Herstellers (z.B. Drehmoment) auf die Verpackung aufzubringen.

Als Prüfmedium sind zu verwenden:

- für neutrale Füllgüter vollentsalztes angefärbtes Wasser,
- für alkalische Füllgüter eine 2 %ige Natriumhydroxidlösung,
- für saure Füllgüter eine 2 %ige Essigsäurelösung.

Die befüllte und verschlossene Verpackung ist waagrecht mit dem Verschluss nach unten (Position in der Mitte) zu legen.

Es ist sicherzustellen, dass durch die Art der Lagerung die Funktion des Verschlusses nicht beeinträchtigt wird. Die Verpackung wird in dieser Position 30 Minuten bei Raumtemperatur gelagert. Um Undichtigkeiten sichtbar zu machen, wird unter den Verschluss Indikatorpapier / Filterpapier gelegt.

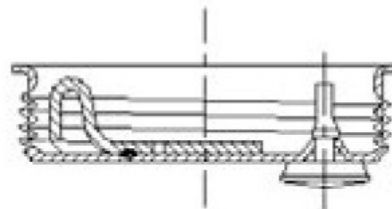
Die Prüfung gilt als bestanden, wenn nach 30 Minuten kein Füllgut ausgetreten ist. Eine Benetzung des Verschlusses auf der Oberfläche ist akzeptabel, wenn anschließend Ansprechdruck und Entgasungskapazität noch ausreichend sind (Kontrolle).

##### 5.4.2.3 Dokumentation / Prüfbericht

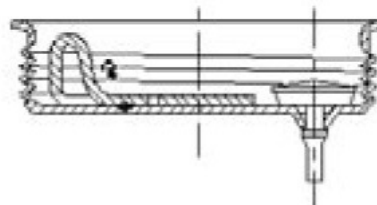
Im Prüfbericht sind folgende Inhalte anzugeben:

- Beschreibung des Prüfobjektes inklusive der Verpackung
- Anzahl der geprüften Muster
- Prüfergebnis
- Datum
- Prüfer
- Füllgut

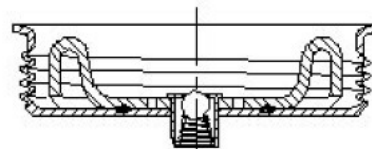
Pilzventil / Belüftung  
Bild 1



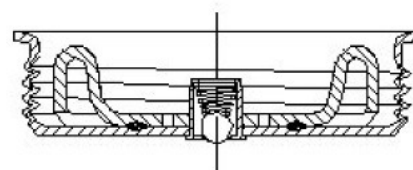
Pilzventil / Entlüftung  
Bild 1



Kugelventil / Belüftung  
Bild 2

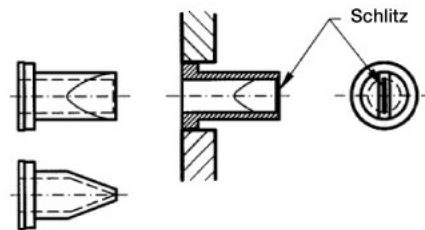


Kugelventil / Entlüftung  
Bild 2





Schlitzventil  
Bild 3



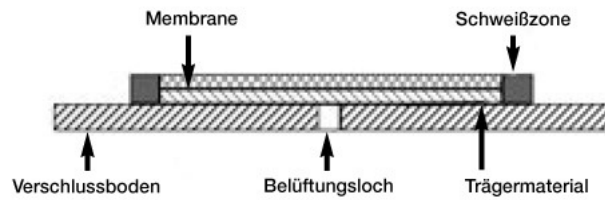
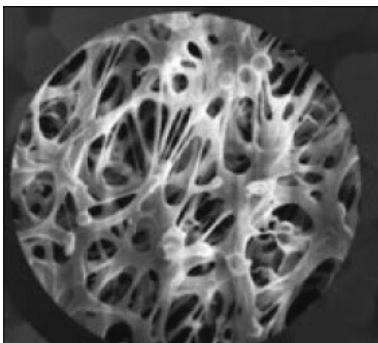
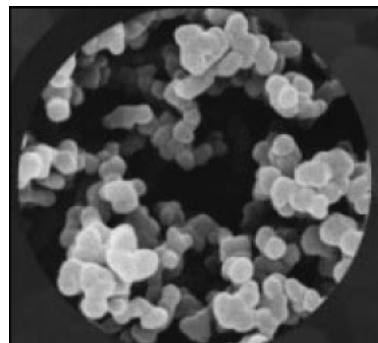


Bild 4 Membrane



Mikroporöse Membrane  
Bild 5



Gesinterte Membrane  
Bild 6

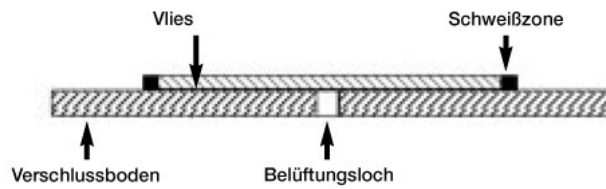


Bild 7 Vliese

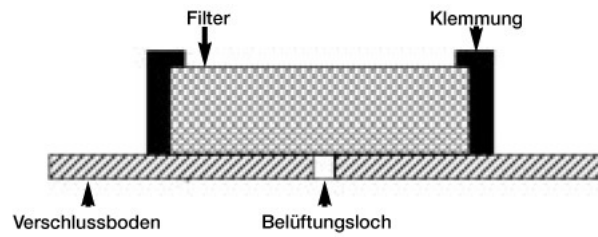
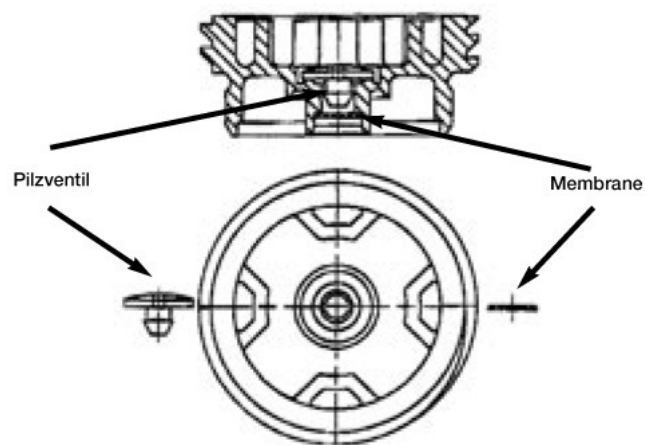
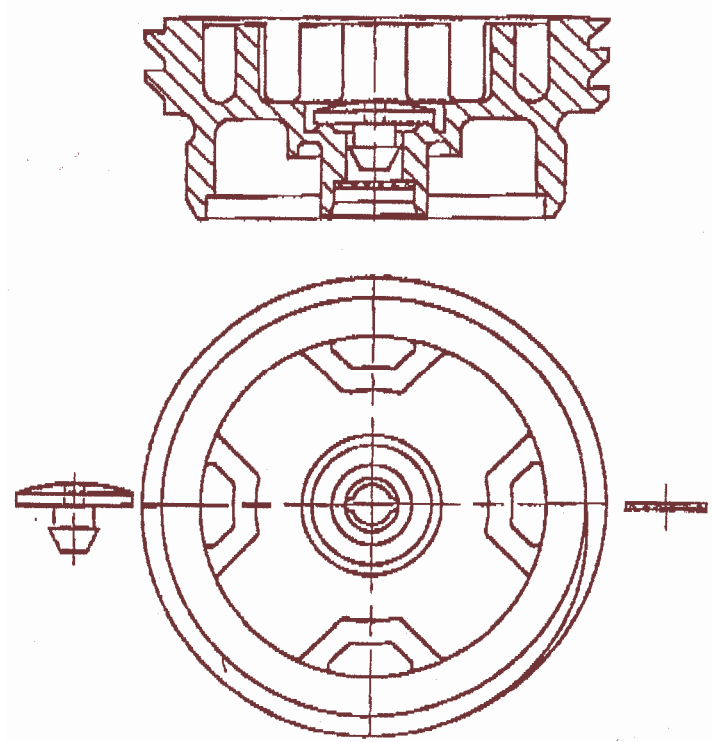


Bild 8



Entlüftungskombination  
Pilzventil und Membrane

Bild 9



Entlüftungskombination