

Armaturen und Sicherheitseinrichtungen von Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter



Stand: 01.01.2013

424.0006V01 Armaturen und Sicherheitseinrichtungen von Tanks

Impressum

Fachautor

Holger Hirsch
DB Schenker Rail AG
L.RDB 52
55116 Mainz
Ruf (9 59) 6 21 38

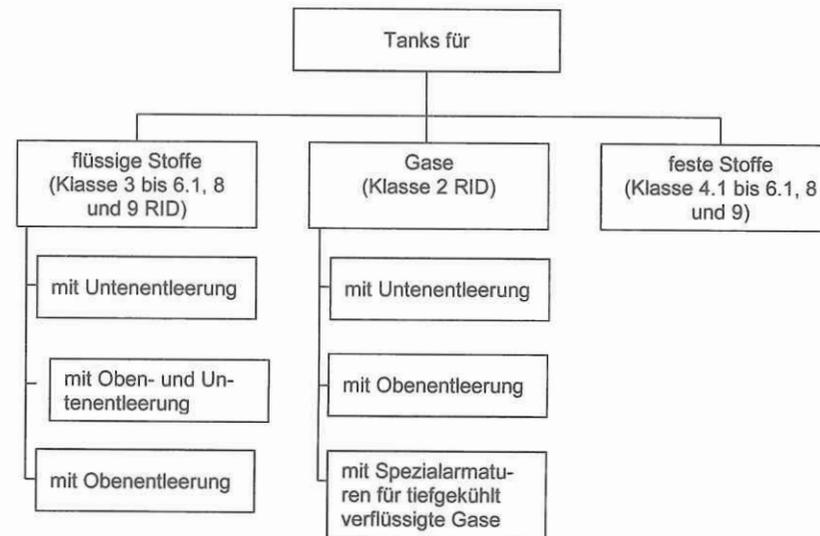
© 2013 DB Schenker Rail AG, Mainz

Die Broschüre einschließlich aller ihrer Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der DB Schenker Rail AG unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Speicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Einleitung

Der überwiegende Teil der auf der Schiene transportierten gefährlichen Güter der Klassen 2 bis 6.1, 8 und 9 RID wird in Tanks von Eisenbahnkesselwagen, Tankcontainern und Gascontainern mit mehreren Elementen (MEGC) befördert. Die Tanks unterliegen dann in Bau, Ausrüstung, Prüfung und Verwendung den Vorschriften des RID.

Tanks werden aufgrund der unterschiedlichen Anordnung der Befüll- und Entleereinrichtungen und ihrer Verwendung für gefährliche Güter mit unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften unterschieden in:



Die Broschüre "Armaturen und Sicherheitseinrichtungen von Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter" soll einen Überblick über den Aufbau und die Kennzeichnung der Tanks und den Aufbau und die Wirkungsweise der geläufigsten Armaturen und Sicherheitseinrichtungen vermitteln. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie wird bei neuen Vorschriften und Erkenntnissen erweitert.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Eisenbahnkesselwagen

	Seite
1 Prinzipieller Aufbau und Nomenklatur	3
2 Kennzeichnung der Tanks	4
3 EKW für flüssige Stoffe	7
3.1 EKW mit Untenentleerung (Mineralölkesselwagen)	7
3.1.1 Bodenventil (innere Absperreinrichtung)	9
3.1.2 Zapfventil (äußere Absperreinrichtung)	13
3.1.3 Verschlusseinrichtung	14
3.1.4 Heizeinrichtung	14
3.1.5 Lüftungseinrichtung und Sicherheitsventil	15
3.2 EKW mit Obenentleerung (Chemiekesselwagen)	16
3.3 EKW mit Oben- und Untenentleerung	17
4 EKW für Gase (Druckgaskesselwagen (DKW))	18
4.1 DKW mit Untenentleerung	18
4.1.1 Mechanisch betätigte Schnellschlussbodenventile	20
4.1.2 Hydraulisch betätigte Schnellschlussbodenventile	25
4.2 DKW mit Obenentleerung	28
4.3 DKW für tiefgekühlt verflüssigte Gase	33
5 EKW für feste Stoffe	34
6 Armaturenkesselwagen	35

Eisenbahnkesselwagen

1. Prinzipieller Aufbau und Nomenklatur

Ein EKW ist ein Wagen zur Beförderung von flüssigen, gasförmigen, pulverförmigen oder körnigen Stoffen, der aus einem Aufbau mit einem oder mehreren Tanks und ihren Ausrüstungsteilen und einem Untergestell besteht, das mit seinen eigenen Ausrüstungsteilen versehen ist (Laufwerk, Federung, Zug- und Stoßeinrichtung, Bremse etc.). Wagen mit abnehmbaren Tanks gelten ebenfalls als EKW.

Der oder die Tanks eines Kesselwagens für die Beförderung gefährlicher Güter unterliegen den Vorschriften des RID (Ordnung für die Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter).

Bei den meisten EKW verbinden Sattelblech und Sattelleiste den Tank mit dem Untergestell, wobei nach durchgehender und unterbrochener Aufsattelung unterschieden wird (Abb. 1).

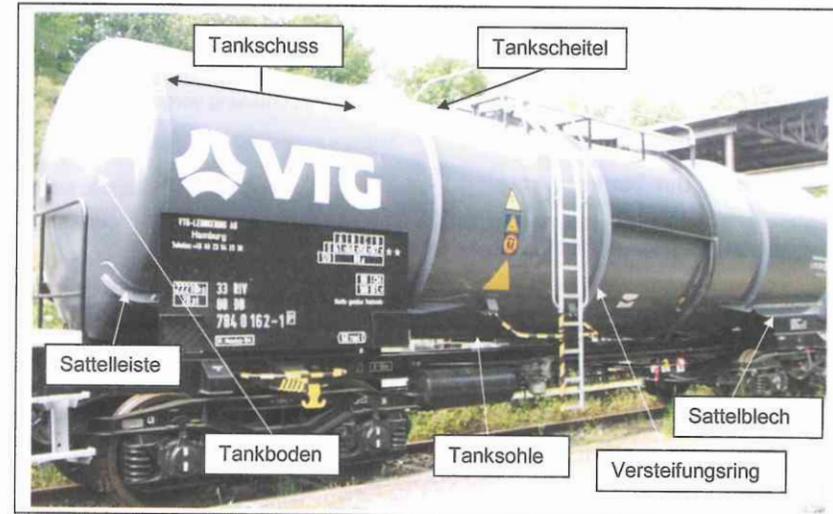


Abb. 1 Kesselwagen mit unterbrochener Aufsattelung

Sattelleiste und Sattelblech werden durch

- Schweißen
- Schrauben
- Nieten miteinander verbunden.

Bei osteuropäischen EKW wird die Verbindung zwischen Tank und Untergestell häufig mittels Spannbändern und einem in Tankmitte angeordneten Sattelblech hergestellt (Abb. 2). Unregelmäßigkeiten in diesem Bereich sind entsprechend den Vorgaben der Anlage 9 AVV bzw. der DB Schenker Rail AG internen Ril 936.1300 zu behandeln.

- Neben den Angaben auf dem Tankschild müssen auf beiden Seiten des EKW auf einer Tafel oder auf dem Tank selbst folgende Angaben lt. RID aufgeführt sein:
 - Name des Betreibers
 - Fassungsraum
 - Eigenmasse des EKW
 - Lastgrenzen nach den Eigenschaften des Wagens sowie der zu befahrenden Kategorien von Strecken
 - für Stoffe gemäß Absatz 4.3.4.1.3 RID offizielle Benennung für die Beförderung der zur Beförderung zugelassenen Stoffe
 - Tankcodierung
 - für andere Stoffe als die in Absatz 4.3.4.1.3 RID genannten die alphanumerischen Codes aller anwendbaren Sondervorschriften TC und TE
 - Datum (Monat, Jahr) der nächsten Prüfung und wenn die nächste Prüfung eine Zwischenprüfung (Dichtheitsprüfung) ist, ist das Datum durch den Buchstaben „L“ zu ergänzen

Bei DKW sind zusätzlich Angaben gefordert wie:

- bei Gasen, die einer n.a.g. Eintragung zugeordnet sind, die technische Benennung des Gases
- bei Tanks mit Wärmeisolierung die Angabe "wärmeisoliert" oder "vakuumisoliert"
- die Lastgrenzen unter Berücksichtigung der höchstzulässigen Masse der Füllung des Tanks, abhängig vom beförderten Gas und bei wechselweiser Verwendung des Tanks die offizielle Benennung für die Beförderung des jeweils beförderten Gases auf derselben Klapptafel.



Abb. 5 Anschlagtafel eines EKW

Der AVV und UIC-Merkblätter schreiben für einige vom RID vorgegebenen Angaben, die auf dem Tank oder auf einer Tafel anzugeben sind, definierte Stellen vor, wie z. B.

- der Betreiber und der Tankfassungsraum sind auf der Anschlagtafel anzugeben (s. UIC-Mbl. 573)
- die Gefahrenkennzeichnung muss bei Kesselwagen auf oder in der Nähe von der rechten unteren Seite der Anschlagtafel angebracht werden (UIC- Mbl. 575)

- das Datum der nächsten Prüfung und die Tankcodierung sind auf der rechten Seite des Tanks angegeben und in dessen Nähe die anwendbaren Sondervorschriften (Anlage 11 Ziffer 6.4 AVV) (s. Abb. 6).



Abb. 6 Anschriften auf der rechten Längsseite von EKW

3. EKW für flüssige Stoffe

EKW für flüssige Stoffe unterscheidet man entsprechend ihres Verwendungszweckes und ihrer Ausrüstung in:

- EKW mit Untenentleerung (Mineralölkesselwagen)
- EKW mit Obenentleerung (Chemiekesselwagen)
- EKW mit Oben- und Untenentleerung

3.1 EKW mit Untenentleerung (Mineralölkesselwagen)

EKW mit Untenentleerung dienen in erster Linie dem Transport von Flüssigkeiten aus dem Bereich der Mineralölindustrie und der Petrochemie. Die Mehrzahl der Flüssigkeiten sind brennbar und wassergefährdend.

Das Befüllen der Mineralölkesselwagen erfolgt im Regelfall über den Dorn, obwohl eine Befüllung auch über die unteren Tankarmaturen (Zapfventil/Bodenventil) möglich ist.

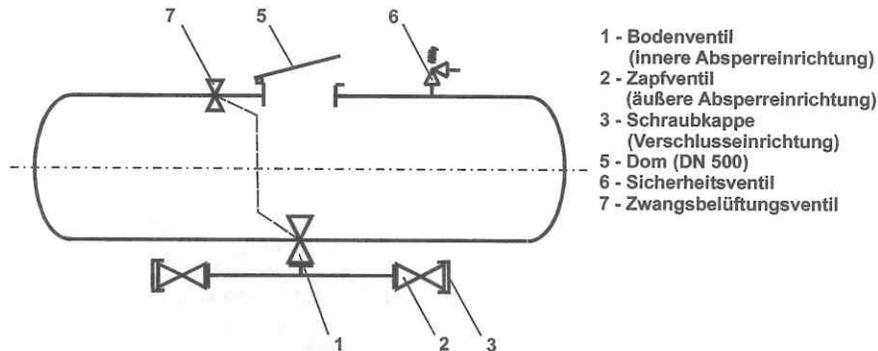
Zur Vermeidung von unzulässigem Überdruck während der Beförderung sind die Tanks mit einem Sicherheitsventil ausgerüstet.

Die Entleerung erfolgt über die unteren Tankarmaturen, wobei das Ladegut meistens mit stationären Pumpen aus dem Tank abgesaugt wird. Die zeitaufwendigere Schwerkraftentleerung oder das Herausdrücken durch Druckbeaufschlagung unter Beachtung des zulässigen Betriebsdruckes ist aber auch möglich. Wichtig bei den beiden erst genannten Entleerungsmöglichkeiten ist, dass der Tank ausreichend belüftet wird. Dies kann über das Öffnen des Dorns sichergestellt werden.



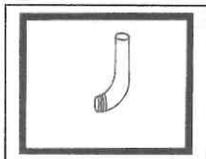
Abb. 7 Mineralölkesselwagen mit Zwangselüftungsventil und Gaspendelleitung

Ist der Tank mit einer Zwangselüftung ausgerüstet, erfolgt die Belüftung des Tanks über das im Tankscheitel eingebaute Zwangselüftungsventil, dass über das Bodenventil betätigt wird. In der Regel sind diese Kesselwagen mit einem weißen den Tank umschließenden Farbstreifen gekennzeichnet. Es kann aber nicht davon ausgegangen werden, dass Tanks ohne diese Kennzeichnung keine Zwangselüftung haben, da diese nicht vorgeschrieben ist.



- 1 - Bodenventil (Innere Absperrvorrichtung)
- 2 - Zapfventil (äußere Absperrvorrichtung)
- 3 - Schraubkappe (Verschlussvorrichtung)
- 5 - Dom (DN 500)
- 6 - Sicherheitsventil
- 7 - Zwangselüftungsventil

Abb. 8 Prinzipieller Aufbau von Mineralölkesselwagen mit Zwangselüftung



Viele Mineralölkesselwagen mit Zwangselüftung haben zur Umsetzung umweltrechtlicher Vorschriften eine Gaspendelleitung, die mit dem Zwangselüftungsventil fest verbunden ist. Der bodenbedienbare Anschluss der Gaspendelleitung muss bei der Beförderung verschlossen sein, außer neben dem Anschluss ist das Zeichen Blatt 24, Bild 3 RIV angebracht (Abb. 9).

Abb. 9 Die Bodenöffnung der Tanks mit Untenentleerung muss bis auf wenige Ausnahmen gemäß RID mit drei hintereinanderliegenden, von einander

unabhängigen Verschlüssen, bestehend aus

- einer inneren Absperrvorrichtung (Bodenventil - BV),
- einer äußeren Absperrvorrichtung (Zapfventil - ZV) und
- aus einer Verschlussvorrichtung am Ende jedes Stützen als Schraubkappe, Blindflansch oder einer gleichwertigen Einrichtung versehen sein.

3.1.1 Bodenventil (innere Absperrvorrichtung)

Die Bedienung des Bodenventils kann vom Tankscheitel oder ebenerdig erfolgen. Der Schließzustand - offen oder geschlossen - soll gemäß RID wenn möglich vom Boden aus kontrollierbar sein.

- Scheitelbedienbares BV

Das scheidelbedienbare BV kommt nur noch bei älteren zweiachsigen Kesselwagen zur Anwendung. Bei Undichtigkeiten dieser Ventilbauart kann über die Betätigung (Handrad) das Ventil kräftiger auf den Ventilsitz angepresst werden. Abbildung 10 zeigt beispielhaft die Schnittdarstellung eines solchen BV.

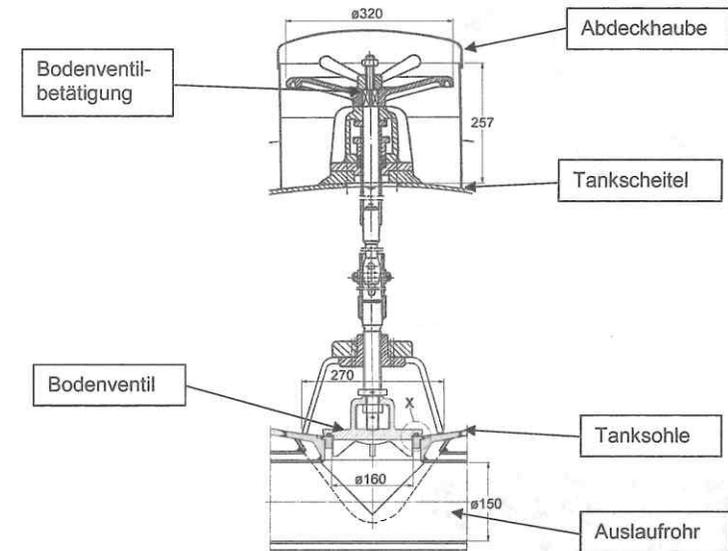


Abb. 10 Scheitelbetätigtes Bodenventil

- Flurbedienbares BV

Die meisten Mineralölkesselwagen sind jedoch mit flurbedienbaren BV ausgerüstet. Die Betätigung der BV erfolgt je nach Konstruktion mechanisch oder hydraulisch.

Zwischen dem federbelastetem BV und der Betätigungseinrichtung besteht eine kraftschlüssige Verbindung, die sicherstellt, dass bei einer unfallbedingten Beschädigung der Betätigungseinrichtung das BV nicht geöffnet wird.

Undichte BV können evtl. durch erneutes Öffnen und Schließen und dem einhergehenden Ausspülen des vermeintlichen Fremdkörpers im Ventilsitz dicht verschlossen werden. Die Reparatur eines defekten BV ist nur in Werkstätten möglich.

- Mechanisch flurbetätigte Bodenventile

So unterschiedlich wie die Wirkungsweisen der BV- Betätigungen erfolgt (z. B. über Bedienhebel, Handräder oder Schiebegerüste) ist auch die Anordnung der Ventilstellungsanzeiger. Einige Systeme haben einen separaten Ventilstellungsanzeiger und bei anderen Systemen wird über die Stellung der Betätigungseinrichtung die Ventilstellung angezeigt. Entscheidend ist, dass sich die BV während der Beförderung im geschlossenen Zustand befinden und die Betätigungseinrichtung gegen das unbeabsichtigte Öffnen gesichert ist. Im Folgenden werden einige BV- Betätigungen näher erläutert.

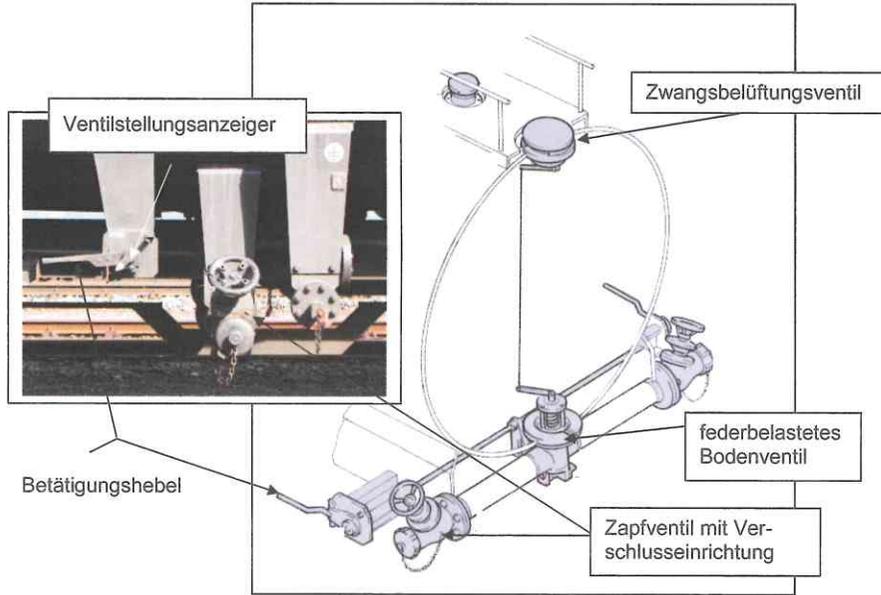


Abb. 11 schematische Darstellung eines flurbetätigten Bodenventils mit Zwangsbelüftungsventils



Abb. 12 Ventilstellungsanzeiger zeigt geöffnetes Bodenventil

Fällen lässt sich bei diesem System das Bodenventil durch einen kräftigen Schlag auf den Ventilstellungsanzeiger in Richtung Schließstellung schließen.

Bei dem in Abb. 11 dargestellten Betätigungssystem kann es aufgrund schlechter Wartung des Betätigungsgestänges dazu kommen, dass das BV nach Umlegen des Betätigungshebels in die Schließstellung im geöffneten Zustand gehalten wird (siehe Abb. 12). In den meisten

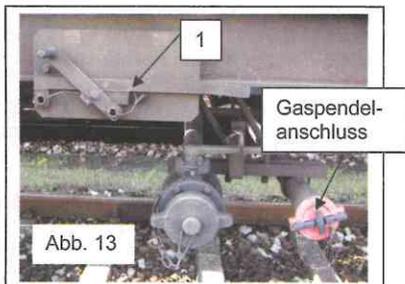


Abb. 13

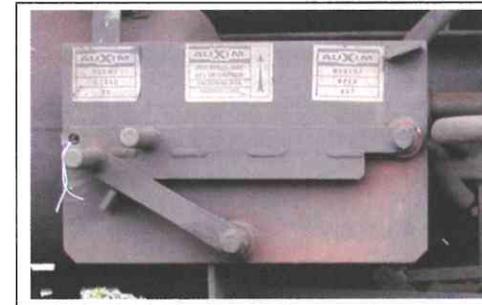


Abb. 14 Betätigungseinrichtung BV

Bei den in Abb. 13 und 14 dargestellten Betätigungseinrichtungen dienen die waagerechten Hebel (1) zur Transportsicherung. Der BV- Betätigungshebel zeigt auch den Schließzustand des Ventils an. Dieses Betätigungssystem wird häufig bei französischen EKW angewendet.



Abb. 15 Betätigungseinrichtung BV

Bei der in Abb. 15 abgebildeten Betätigungseinrichtung dient der kurze Hebel zur Arretierung des BV-Betätigungshebels. Ist dieser in senkrechter Stellung, so ist die Betätigungseinrichtung blockiert.

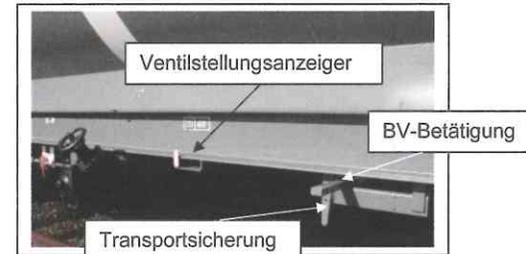


Abb. 16 Betätigungseinrichtung BV

Bei den über ein Handrad zu öffnenden BV ist der Ventilstellungsanzeiger meistens auf der Betätigungswelle angeordnet. Zum Öffnen des BV muss die Transportsicherung nach oben weggeklappt und das Handrad durch verdrehen und verschieben auf der Anzeigerwelle in eine formschlüssige Verbindung mit dem Betätigungsgestänge gebracht werden. Danach kann durch Drehen des Handrads das Ventil geöffnet werden (Abb. 17).

Abb. 16 zeigt ein Betätigungssystem, bei dem durch seitliches Verschieben das BV geöffnet und geschlossen wird.

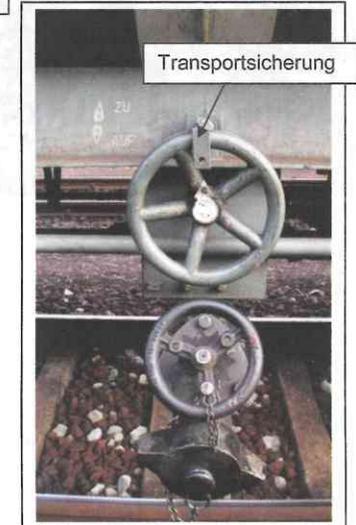


Abb. 17 BV-Betätigung über Handrad

- Hydraulisch flurbetätigte Bodenventile

Bei den hydraulisch betätigten BV gibt es eine geringere Artenvielfalt. Das in Deutschland am häufigsten verwendete System ist in Abb. 18 dargestellt.

Auf einer Längsseite des EKW ist eine Hydraulikpumpe montiert. Über ein Handrad, welches in der Transportstellung wirkungslos ist, wird durch einige Umdrehungen das BV geöffnet. Ist der EKW mit einem Zwangsbelüftungsventil ausgerüstet, so öffnet als erstes dieses und anschließend das BV. Diese Folgesteuerung stellt sicher, dass bei geöffnetem BV das Zwangsbelüftungsventil wirksam ist.

Der Ventilstellungsanzeiger arbeitet auf Basis des Verdrängungsprinzips. Die im oberen Teil des hydraulischen BV-Betätigungszyinders befindliche Hydraulikflüssigkeit wird beim Öffnen des BV in die Ventilstellungsanzeiger gedrückt und bringt diese in Stellung BV offen. Beim Schließen des BV strömt die Hydraulikflüssigkeit zurück.

Geschlossen wird das BV durch Drehen des eingerasteten Handrades entgegen der Öffnungsrichtung.

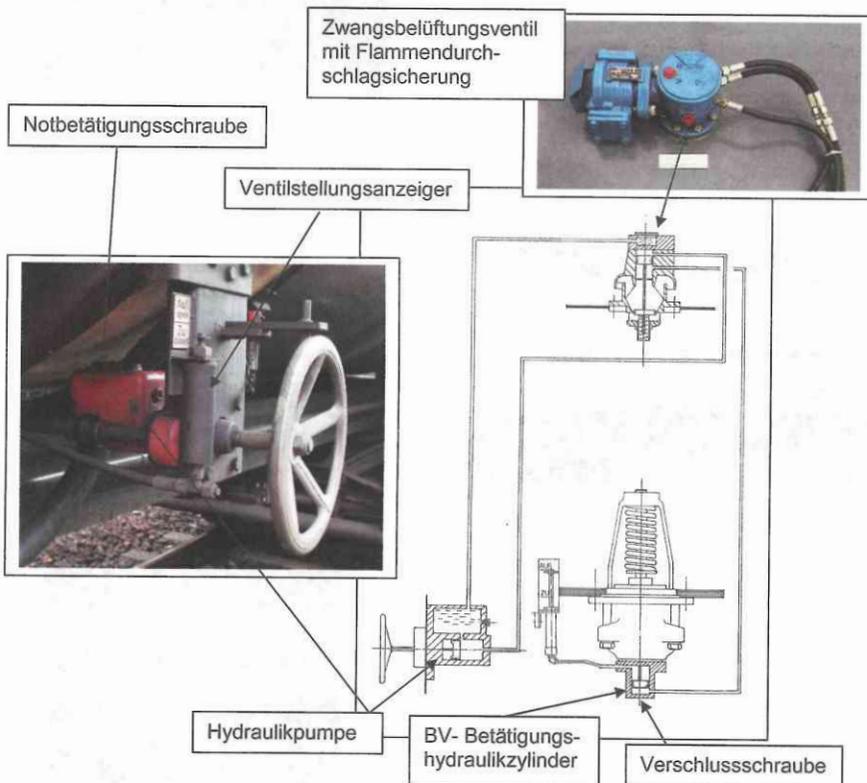


Abb. 18 hydraulisch betätigtes BV mit Zwangsbelüftung

Notbetätigung

Für den Fall, dass die hydraulische Betätigung versagt, kann das BV mechanisch geöffnet werden. Hierfür ist die Notbetätigungsschraube anstelle der Verschlusschraube einzuschrauben. Die unterschiedliche Kopfgröße der beiden Schrauben (Verschlusschraube SW 17, Notbetätigungsschraube SW 27) dient als äußeres Erkennungsmerkmal.

Die Beförderung mit eingedrehter Notbetätigungsschraube ist nicht zulässig!

Achtung – vor Entleerung eines EKW mit notbetätigtem BV muss der Domdeckel geöffnet werden!

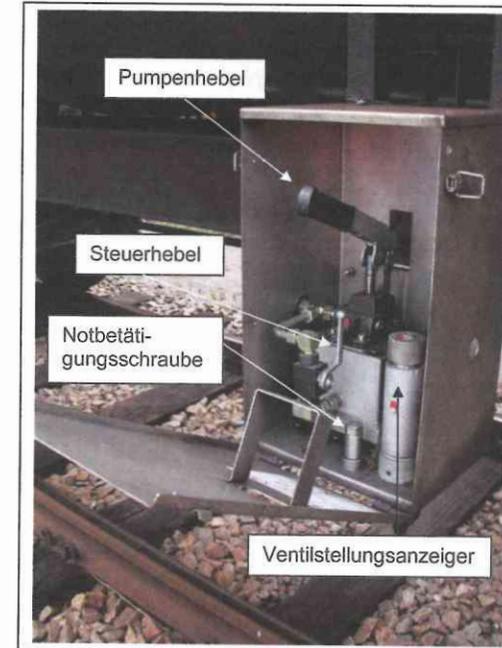


Abb. 19 hydraulische BV-Betätigung der Fa. Krombach

Bei dem in Abb. 19 dargestellten hydraulischen BV-Betätigungssystem befindet sich auf jeder Wagenlängsseite eine solche Hydraulikeinheit im Schutzkasten. Zum Öffnen des Bodenventils muss der Absperrhebel in die waagerechte Stellung gedreht werden. Mit dem nach vorn ausziehbaren Pumpenhebel wird durch mehrere Hübe das Bodenventil geöffnet. Der neben der Pumpe angeordnete Ventilstellungsanzeiger geht in Stellung BV offen.

Soll das BV geschlossen werden, so ist der Absperrhebel wieder in die senkrechte Stellung zu bringen. Das federbelastete BV schließt selbsttätig.

Im Versagensfall der Hydraulik kann wie bei dem vorherbeschriebenen hydraulischen System mittels einer Notbetätigungsschraube das Bodenventil mechanisch geöffnet werden.

3.1.2 Zapfventil (äußere Absperreinrichtung)

An das Verteilerrohr anschließend befinden sich auf beiden Seiten des EKW die Zapfventile. Entsprechend ihrer Wirkungsweise unterscheidet man in



Abb. 20 Schrägsitz-Zapfventil

- Hähne
- Ventile
- Schieber
- Klappen
- Membranarmaturen
- Trockenkupplungen (siehe unter Abschnitt 3.1.3).

Bei Undichtigkeiten an Zapfventilen kann versucht werden den vermeintlichen Fremdkörper aus den Ventilsitz herauszuspülen. Ist dies nicht möglich, muss von einer Beschädigung des Ventilsitzes ausgegangen werden. In diesem Falle ist nur noch eine Notabdichtung über die Verschlusseinrichtung (z. B. Schraubkappe) möglich.

Die Zapfventile müssen genau wie die Bodenventile während der Beförderung gegen ungewolltes Betätigen gesichert sein.

Verschiedene Trockenkupplungen werden auch als 2. Absperrinrichtung verwendet.

3.1.3 Verschlusseinrichtung

Zum Verschluss des Zapfventils wurden bis jetzt hauptsächlich Schraubkappen (siehe Abb. 20) verwendet.

Die Einsteller rüsten aber immer häufiger Kesselwagen mit schnellschließenden Trockenkupplungen aus (Abb. 21). Diese ermöglichen den Mitarbeitern in den Entladestellen das An- und Abkuppeln der Entladeleitungen ohne Produktfreisetzung. Diese Kupplungssysteme (Vater- und Mutterstück) werden zum Teil konstruktiv so modifiziert, dass eine Verwechslung von anzuschließenden Produktleitungen ausgeschlossen werden kann. Muss ein mit diesem Kupplungssystem ausgerüsteter EKW von einer Feuerwehr im Notfall umgepumpt werden und ein passendes Mutterstück der Kupplung ist nicht verfügbar, so kann entweder das Vaterstück der Kupplung demontiert werden oder die Produktentnahme erfolgt über die im Tankscheitel eingebauten Armaturen.

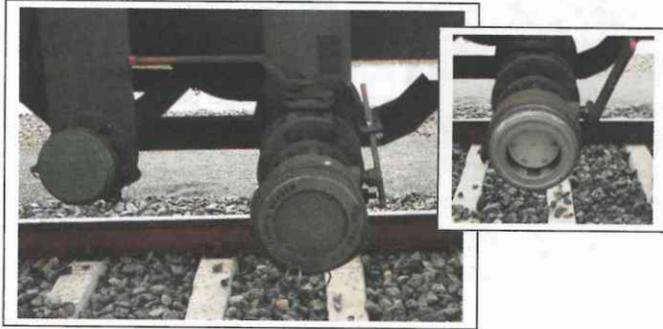


Abb. 21 Trockenkupplung Typ Todo als 3. Verschlusseinrichtung

3.1.4 Heizeinrichtung



Abb. 22 Heizanschluss eines EKW

nach innenliegender und außenliegender Heizeinrichtung.

Für die Beförderung von Stoffen, die bei Umgebungstemperatur eine dickflüssige oder feste Konsistenz haben und durch Erwärmung den flüssigen Aggregatzustand annehmen, sind Kesselwagen mit einer Heizeinrichtung ausgerüstet, die in der Regel mit Sattldampf oder Heißwasser betrieben werden.

Bei der Beförderung kann es vorkommen, dass bei nicht abgesperrter Kondensatleitung vom letzten Heizvorgang Kondensatreste austreten! Entsprechend dem Heizungseinbau unterscheidet man

Bei der innenliegenden Heizeinrichtung verlaufen die Heizungsrohre im Tankinneren und werden vom Produkt umspült. Der Nachteil dieser Bauform ist, dass bei einem Leck im Rohrsystem das Ladegut über die Kondensatleitung austreten kann.

Außenliegende Heizeinrichtungen kommen zum Einsatz bei Stoffen, bei denen lt. RID im Flüssigkeitsbereich des Tanks keine Tankdurchbrüche vorhanden sein dürfen. Konstruktive Bauformen der außenliegenden Heizeinrichtung sind auf den Tank aufgeschweißte Halbrohre oder eine unter dem Tank angebrachte sogenannte Heizwanne, die jedoch seltener zur Anwendung kommt.

Zusätzlich zum Tank sind auch häufig die unten liegenden Armaturen und das Verteilerrohr beheizbar gestaltet.

Die Anschlüsse für die Heizeinrichtung befinden sich in der Regel am Tankboden, auf der gegenüberliegenden Seite der Bremserbühne oder im Bereich der unteren Tankarmaturen.

Als Isoliermaterial kommen Glas- oder Mineralfaserprodukte, bei niedrigeren Temperaturen auch Schaumstoffisolerstoffe, zum Einsatz. Eine zusätzliche äußere Blechabdeckung dient zum Schutz des Isolationsmaterials.

3.1.4 Lüftungseinrichtung oder Sicherheitsventil

EKW werden zum Schutz gegen unzulässige innere Drücke mit Lüftungseinrichtungen oder Sicherheitsventilen ausgerüstet.

Die Lüftungseinrichtung wird bei EKW in denen Produkte mit einem geringen Dampfdruck (z. B. Bitumen) befördert werden angebaut. Sie ist so gestaltet, dass auch beim Umstürzen des EKW kein Produkt austritt.

Sicherheitsventile dienen zur Begrenzung von unzulässigem innerem Überdrücken, die im Tank z. B. durch Temperaturschwankungen entstehen. Der Ansprechdruck wird in Abhängigkeit vom Prüfdruck des EKW eingestellt.

Zusätzlich können Sicherheitsventile mit einem Vakuumventil gekoppelt sein, die zur Vermeidung von unzulässigem innerem Unterdruck dienen. Die Funktion, Vermeidung von unzulässigem innerem Unterdruck, kann von einem Zwangsbelüftungsventil übernommen werden. Ein Unterdruckventil kann die Funktion eines Zwangsbelüftungsventils nicht übernehmen.



Abb. 23 Sicherheitsventil mit Gaspendelanschluss (Fa. Kito)

3.2 EKW mit Obenentleerung (Chemiekesselwagen)

Chemiekesselwagen sind für die Beförderung gefährlicher Güter mit ätzenden, brennbaren und/oder giftigen Eigenschaften bestimmt.



Abb. 24 Beispiel eines Chemiekesselwagens

Die Befüll- und Entleereinrichtungen befinden sich alle im Tankscheitel, dem Gasphasebereich. Mittels Blindflansch werden die Stutzen verschlossen. Aus Gründen des Emissions- und Arbeitsschutzes werden nach Möglichkeit zusätzlich Absperreinrichtungen auf den Stutzen angebracht. Die im Tankboden eingelassene Saugtasse, in welche das Steigrohr reicht, ermöglicht eine nahezu vollständige Entleerung des Tanks.

Das Befüllen des Tanks wird über den Füll- oder Steigrohrstutzen vorgenommen.

Entleert wird der Tank durch Absaugen der Flüssigkeit über das Steigrohr, wobei vor dem Öffnen des Steigrohrflansches über den Druckstutzen eine Druckentlastung vorgenommen werden muss. Das Herausdrücken der Flüssigkeit über das Steigrohr mittels Druckerhöhung (Überdruck) in der Gasphase ist eine weitere Entleerungsmöglichkeit. Dabei ist jedoch auf die Einhaltung des zulässigen Betriebsdrucks des Tanks zu achten.

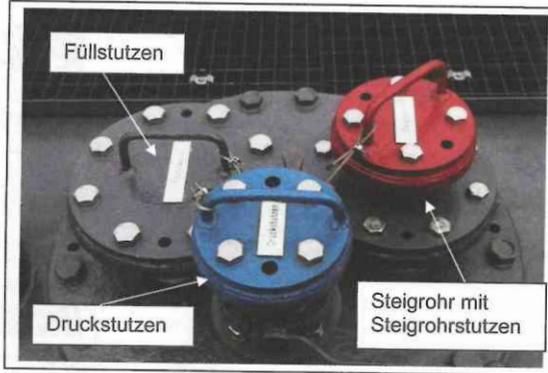


Abb. 25 Chemiedom

Beim Öffnen der Stutzen ist unbedingt darauf zu achten, dass vor dem Öffnen des Steigrohres eine Druckentlastung des Tanks über den Druckstutzen, Füllstutzen oder den Dom (bei Klappdeckeldom) vorgenommen wird. Wird ohne Druckentlastung des Tanks der Steigrohrstutzen als erstes geöffnet, kann es zum Produktaustritt kommen. Für diesen Fall sind die auf den Stutzen angebrachten Blindflansche mit einem Spritzschutz versehen (siehe Abb. 25).

Die Anordnung der Stutzen auf dem Tankscheitel ist unterschiedlich. Häufig sind die Stutzen jedoch auf dem blindverschraubten Domdeckel angeordnet (Chemiedom). Zusätzlich zu den in Abb. 25 dargestellten Stutzen können auf dem Tankscheitel oder auf dem Dom weitere Stutzen angeordnet sein.

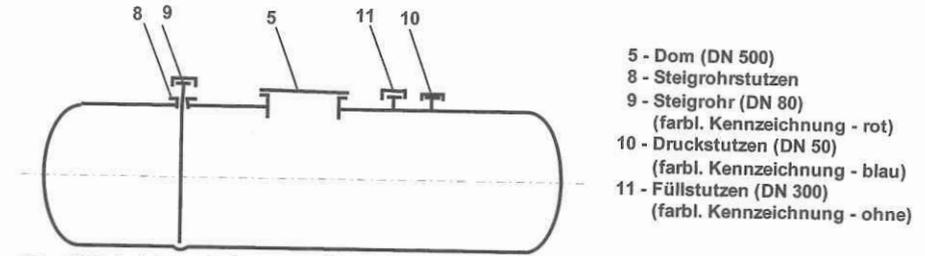


Abb. 26 Prinzipieller Aufbau von Chemiekesselwagen

Die farbliche Kennzeichnung der Stutzen erfolgt auf Grundlage der DIN EN 12561-4.

Aus Gründen der chemischen Verträglichkeit des Ladegutes mit dem Tankwerkstoff kann der Tank des Chemiekesselwagens mit einer Innenauskleidung versehen sein. Bei mechanischen und/oder thermischen Einwirkungen auf den Tank kann es zur Beschädigung der Innenauskleidung kommen. Das Tankmaterial wird dann vom Ladegut angegriffen und zerstört. Für die Innenauskleidung werden Materialien wie Gummi, Emaille oder Blei (nur bei älteren EKW) verwendet. Emaillierte Tanks sind zum Schutz gegen Beschädigung in einem zweiten größeren Tank eingebaut. Der Hohlraum zwischen den beiden Tanks ist ausgeschäumt.

3.3 EKW mit Oben- und Untenentleerung

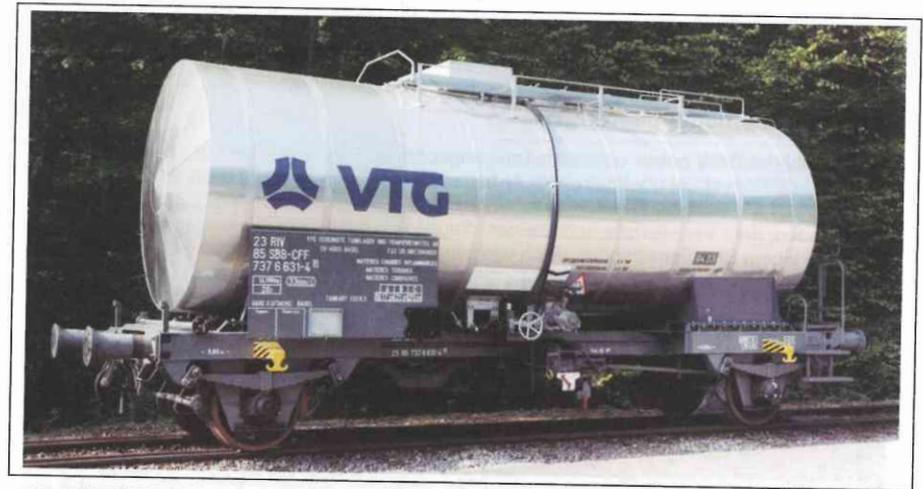
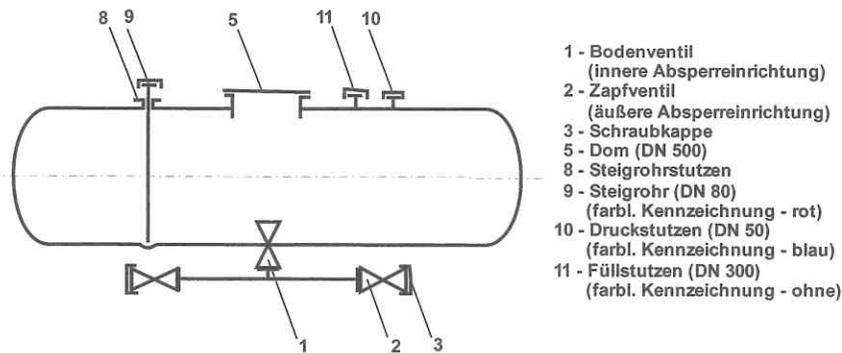


Abb. 27 EKW mit oberen und unteren Befüll- und Entleerungsarmaturen

Die vielseitigeren Einsatzmöglichkeiten sind der Grund für die Ausstattung von EKW mit oberen und unteren Befüll- und Entleerungsarmaturen. Sie werden für die Beförderung von Mineralölprodukten sowie für einen Teil von chemischen Produkten mit brennbaren, giftigen und/oder ätzenden Eigenschaften genutzt.

Die unter 3.1 Mineralölkesselwagen und 3.2 Chemiekesselwagen beschriebene Ausrüstung kommt bei diesen EKW in unterschiedlicher Kombination zur Anwendung.



- 1 - Bodenventil
(innere Absperrereinrichtung)
- 2 - Zapfventil
(äußere Absperrereinrichtung)
- 3 - Schraubkappe
- 5 - Dom (DN 500)
- 8 - Steigrohrstutzen
- 9 - Steigrohr (DN 80)
(farbl. Kennzeichnung - rot)
- 10 - Druckstutzen (DN 50)
(farbl. Kennzeichnung - blau)
- 11 - Füllstutzen (DN 300)
(farbl. Kennzeichnung - ohne)

Abb. 28 Prinzipieller Aufbau von EKW mit Oben- und Untenentleerung

4. EKW für Gase (Druckgaskesselwagen)

Druckgaskesselwagen (DKW) unterscheidet man entsprechend der Anordnung der Füll- und Entleereinrichtungen in:

- DKW mit Untenentleerung
- DKW mit Obenentleerung
- DKW mit Spezialarmaturen für tiefgekühlt verflüssigte Gase

Als äußeres Kennzeichen sind DKW mit einem etwa 30 cm orangefarbenen Streifen, der den Tank in Höhe der Tankachse umschließt, versehen.

4.1 DKW mit Untenentleerung

Die Mehrzahl der DKW haben unten am Tank angeordnete Füll- und Entleerarmaturen. Jeder dieser DKW verfügt über getrennte Armaturensätze für die Flüssigphase (DN 80) und die Gasphase (DN 50) bestehend aus je einem innenliegenden federbelasteten Schnellschlussventil im Tankboden, dem Verteilerrohr nach beiden Wagenseiten mit einer Absperrarmatur an den Enden und einem Blindflansch oder gleich wirksamer Einrichtung zum Verschließen. Beim Blind-



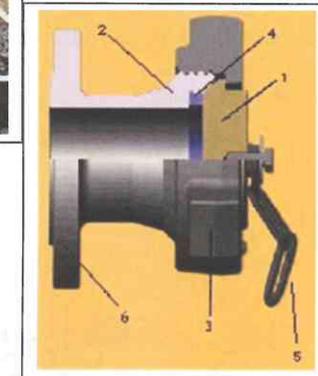
Abb. 29 Druckgaskesselwagen mit Untenentleerung

flansch müssen bei der Beförderung alle zum Lochkreisdurchmesser gehörenden Schraubenver-

bindungen vorhanden sein (siehe Abb. 31). Die Anzahl der zum Lochkreisdurchmesser gehörenden Schraubverbindungen beträgt in der Regel vier oder acht. Eine gleich wirksame Einrichtung ist z. B. die in Abb. 30 abgebildete Weco-Kupplung, die auch an Mineralöl- oder Chemiekesselwagen angebaut werden darf.



Abb. 30 Weco-Kupplung



- 1 kegelförmiger Verschlussstopfen (Metall), 2 Grundkörper (Metall), 3 Mutter (Metall), 4 Lippendichtung (Buna, Viton, Teflon, etc.), 5 Kette, 6 Flansch

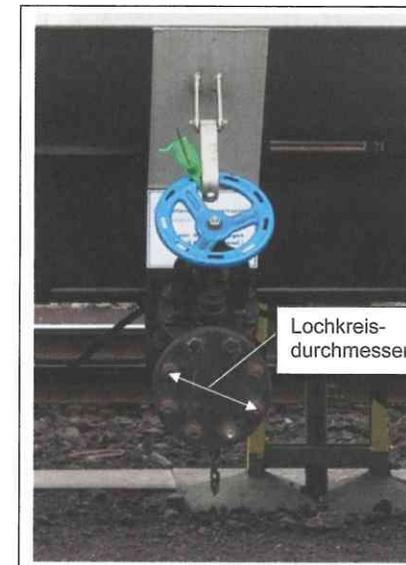


Abb. 31 vorschriftenkonform verschlossener Blindflansch

Die Funktionsweise der in der Praxis am häufigsten verwendeten unteren Füll- und Entleersysteme wird im Folgenden näher beschrieben, wobei man zwischen der mechanischen und der hydraulischen Betätigung der Schnellschlussbodenventile unterscheidet.

Zum Öffnen muss bei allen Ventilen das Straffseil unter Verwendung von Einrichtungen wie Schienenhaken oder magnetischer Gewichtshantel gespannt werden. Diese Einrichtungen sind kein Bestandteil der Druckgaskesselwagen. Während der Beförderung muss das Straffseil entspannt nach unten hängen.

Alle Schnellschlussbodenventile können im Falle des Versagens der BV-Betätigung mittels einer Notbetätigung geöffnet werden.

Die Beförderung von Druckgaskesselwagen mit eingeschraubter Notbetätigung ist nicht zulässig!

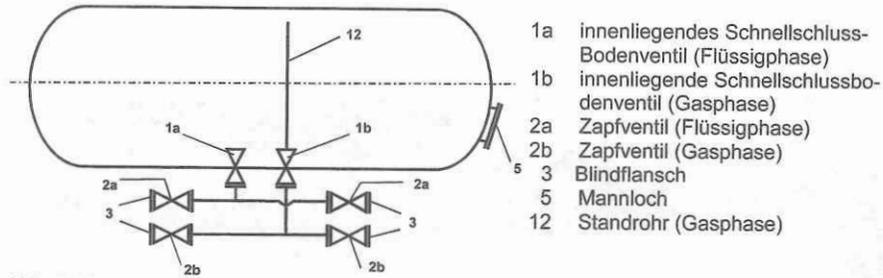


Abb. 32 Prinzipskizze – DKW mit Untenentleerung

4.1.1 Mechanisch betätigte Schnellschlussbodenventile

• Typ GESTRA (alte Ausführung)

Äußeres Erkennungsmerkmal. Notbetätigungsschraube am Flüssigphaseventil und Entriegelung der Transportsicherung (Sperrnase) mittels Bowdenzug

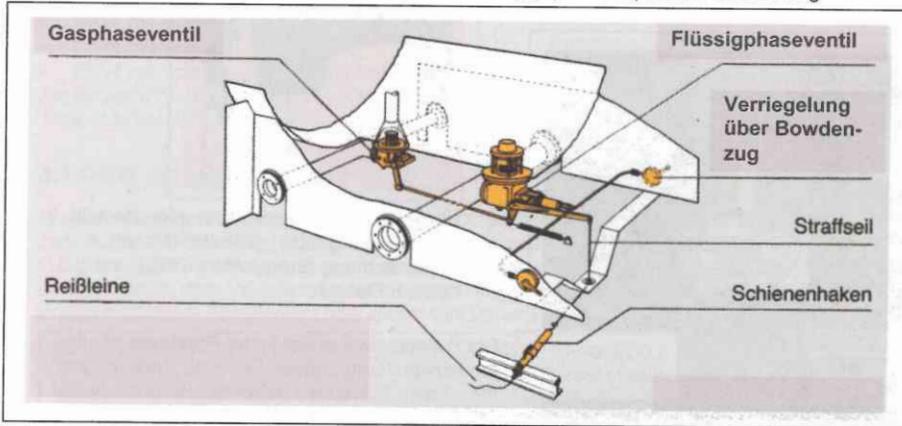


Abb. 33 Schema Anordnung der Befüll- und Entleerungsarmaturen Typ GESTRA

Öffnen der Schnellschlussbodenventile:

Nach Anschluss der örtlichen Produktleitungen an den Zapfarmaturen und Entriegelung der Transportsicherung können die Bodenventile geöffnet werden. Hierzu wird der Bedienhebel durch spannen des Straffseils herabgezogen. Das Flüssigphase-Bodenventil wird direkt durch die Betätigung des Bedienhebels und das Gasphase-Bodenventil über die Verbindungsstange geöffnet.

Schließen der Schnellschlussbodenventile:

Durch das Entspannen des Straffseils schließen die Bodenventile selbsttätig durch Federkraft. Der Bedienhebel geht automatisch in die Transportstellung zurück und die Verriegelung rastet ein (Abb. 35). Vor dem Transport ist evtl. der Entriegelungshebels (notwendig bei schlecht gewartetem

System) in seine Ausgangslage zu bringen und die Abdeckhaube für die Verriegelung zu schließen.

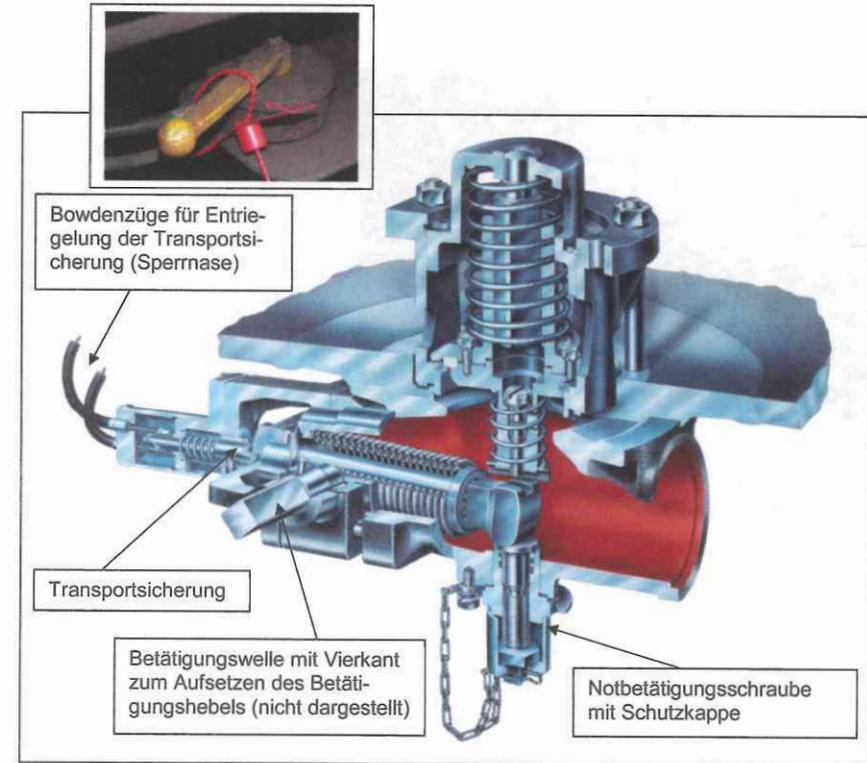


Abb. 34 Schnittdarstellung des Flüssigphaseventils mit Transportsicherung und Notbetätigung

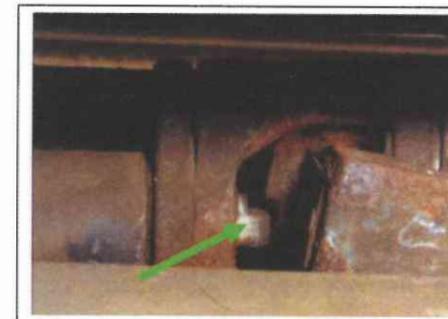


Abb. 35 Transportsicherung (Sperrnase in Transportstellung)

Das Befüll- und Entleerungssystem verfügt über keine Ventilstellungsanzeiger. Dass die Schnellschlussventile ordnungsgemäß geschlossen sind, ist an der eingerasteten Transportsicherung (Sperrnase) kontrollierbar (siehe Abb. 35).

Notbetätigung:

Für den Fall, dass die Bodenventilbetätigung defekt oder ein Ventil eingefroren ist, können die Bodenventile durch eindrehen der Notbetätigungsschraube geöffnet werden.

Achtung. Vor dem Eindrehen der Notbetätigungsschraube muss unbedingt die Entriegelung des Systems erfolgen. Nach dem Entfernen der auf der Notbetätigungsschraube aufgesteckten Schutzkappe, werden durch Eindrehen der Notbetätigungsschraube die Ventile geöffnet. Achtung. Der Schnellschluss ist bei eingedrehter Notbetätigungsschraube unwirksam!



Abb. 36 Notbetätigungsschraube mit aufgesetzter Schutzkappe

Tätigkeiten an der Notbetätigungsschraube müssen grundsätzlich mit gefütterten Schutzhandschuhen durchgeführt werden.

Nach Benutzung der Notbetätigungsschraube ist diese wieder vollkommen herauszuschrauben und die Schutzkappe aufzustecken. Die aufgesteckte Schutzkappe signalisiert, dass die Notbetätigungsschraube vollends herausgeschraubt ist.

• Typ GESTRA (neue Ausführung)

Äußeres Erkennungsmerkmal: Verriegelung der Betätigungseinrichtung erfolgt über ein Gestänge, Notbetätigung ist seitlich neben dem Bodenventil angeordnet

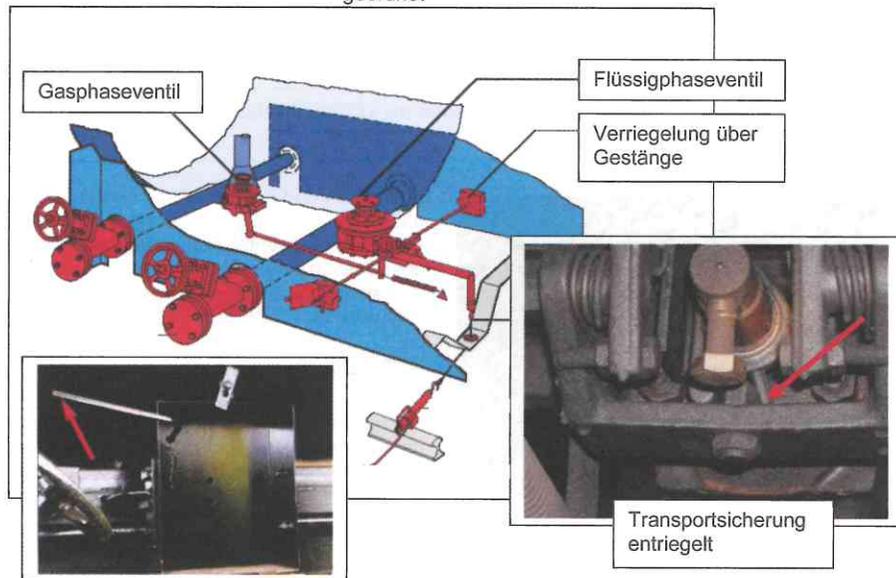


Abb. 37 mechanische BV-Betätigung Typ GESTRA.

Öffnen der Schnellschlussbodenventile:

Durch herausziehen und verdrehen des Bedienknebels um ca. 45° aus dem Entriegelungskasten und anschließendem arretieren auf einer Wagenseite wird die Transportsicherung entriegelt. Der BV- Betätigungshebel wird durch Spannen des Straffseils und Einhängen des Schienenhakens in eine Gleisschiene herabgezogen. Dabei wird das Bodenventil (Flüssigphase) direkt und das Bodenventil (Gasphase) über die Verbindungsstange gleichzeitig geöffnet.



Abb. 38 blockierter BV- Betätigungshebel

Unzulässig ist das Öffnen und anschließende Blockieren des BV- Betätigungshebels durch Gegenstände wie in Abb. 36 dargestellt.

Schließen der Schnellschlussbodenventile:

Nach dem Ausklinken des Schienenhakens schließen die Bodenventile selbsttätig durch Federkraft. Der Bedienknebel ist aus der Arretierung durch Herausziehen zu lösen und durch verdrehen wieder in den Entriegelungskasten in Transportstellung zu bringen.

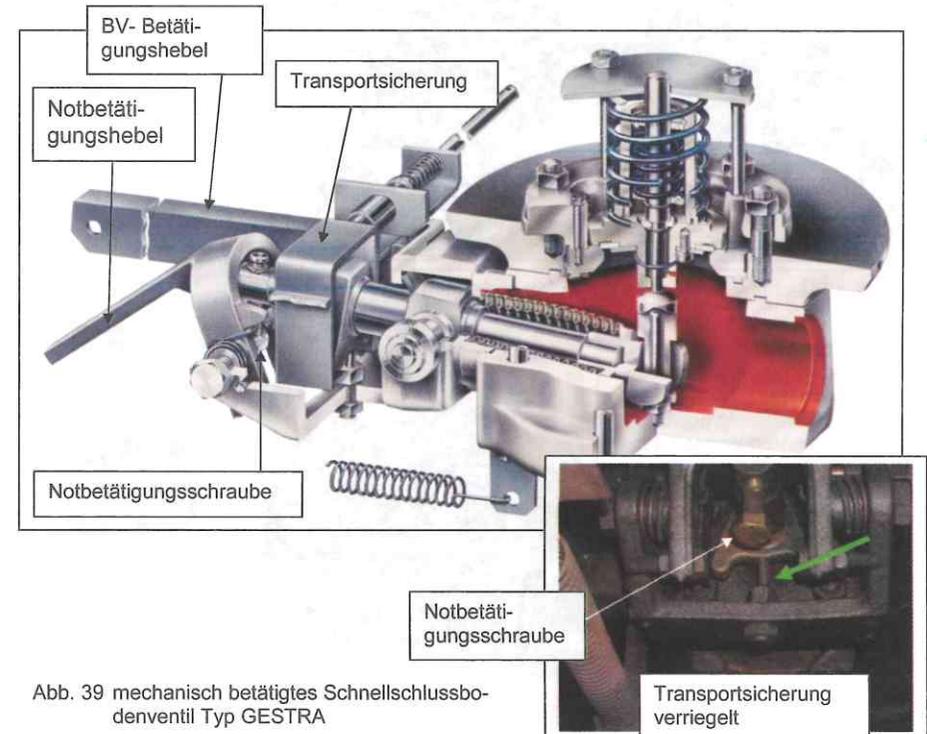


Abb. 39 mechanisch betätigtes Schnellschlussbodenventil Typ GESTRA

Notbetätigung:

Eingefrorene Bodenventile können über die Notbetätigung des Systems geöffnet werden. Zu beachten ist, dass wie im Normalbetrieb vor dem Öffnen die Entriegelung erfolgen muss. Für die Notbetätigung (siehe Bild 39) ist der Notbetätigungshebel so nach oben zu drücken, dass das Ende über der Notbetätigungsschraube steht. Die Notbetätigungsschraube drückt dann beim Eindrehen dagegen und durch weiteres Eindrehen der Schraube wird das Bodenventil geöffnet. Lässt man den federbelasteten Notbetätigungshebel los, so geht dieser automatisch in seine Ausgangslage zurück. Aufgrund des fehlenden Widerlagers der Notbetätigungsschraube schließt das Bodenventil selbsttätig.

• Typ GESTRA (Transportsicherung mittels Gestänge)

Für das Öffnen der Bodenventile muss der Hebel für die Transportsicherung nach links geklappt werden. Danach können die BV über das Spannen des Straffseils und das Einhängen des Schienenhakens geöffnet werden.

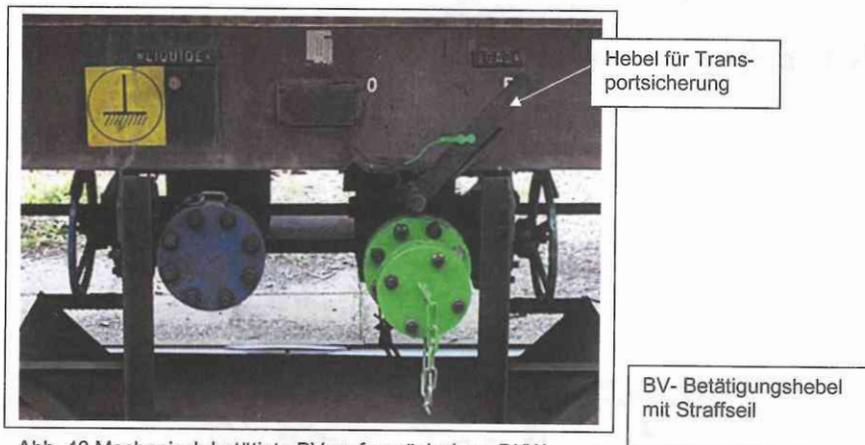


Abb. 40 Mechanisch betätigte BV an französischem DKW

Wird bei diesem BV- Betätigungssystem der Hebel für die Transportsicherung vor dem Entspannen des Straffseils in die Transportstellung gebracht, kann es zum Verklemmen der BV- Betätigungshebel kommen. Die BV können in diesem Fall nicht ordnungsgemäß schließen.

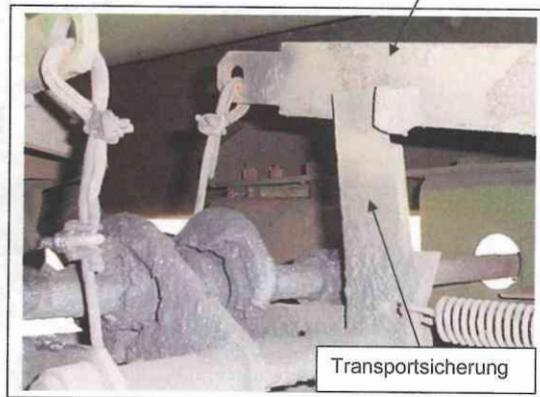


Abb. 41 Blick auf Transportsicherung (ordnungsgemäß verriegelt)

4.1.2 Hydraulisch betätigte Schnellschlussbodenventile

• Typ EVA (IBEG, Krombach, Bender)

Zur Betätigung der Hydraulikpumpe muss der Handradfeststeller, der zur Transportsicherung dient, ausgeschwenkt werden. Anschließend wird durch Verschieben des Handrades auf der Pumpenwelle die kraftschlüssige Verbindung mit der Pumpe hergestellt.



Abb. 42 hydraulisch betätigte BV Typ EVA

Öffnen der Schnellschlussbodenventile:

Unter Verwendung einer zulässigen Einrichtung ist das Straffseil zu spannen. Die Hydraulikpumpe wird dadurch in einen funktionsfähigen Zustand gebracht. Durch einige Umdrehungen des Pumpenrades werden die Bodenventile geöffnet. Die Anzeigescheiben der Ventilstellungsanzeiger gehen dabei auf die Markierung „Auf“.

Schließen der Schnellschlussbodenventile:

Durch das Entspannen des Straffseils geht der Schalthebel der Hydraulikpumpe in die Grundstellung. Die Hydraulikflüssigkeit fließt in den Vorratsbehälter zurück und die federbelasteten Bodenventile schließen selbsttätig. Die Anzeigescheiben der Ventilstellungsanzeiger gehen dabei auf die Markierung „Zu“.

Notbetätigung:

Bei einem defekten Hydrauliksystem können die Bodenventile auch mechanisch geöffnet werden. Dazu sind die beiden Notbetätigungsschrauben aus der Pumpe herauszuschrauben. Die Verschlusschrauben sind durch die Notbetätigungsschrauben zu ersetzen. Aufgrund des längeren Gewindes der Notbetätigungsschrauben werden die Bodenventile beim Einschrauben selbiger mechanisch geöffnet.

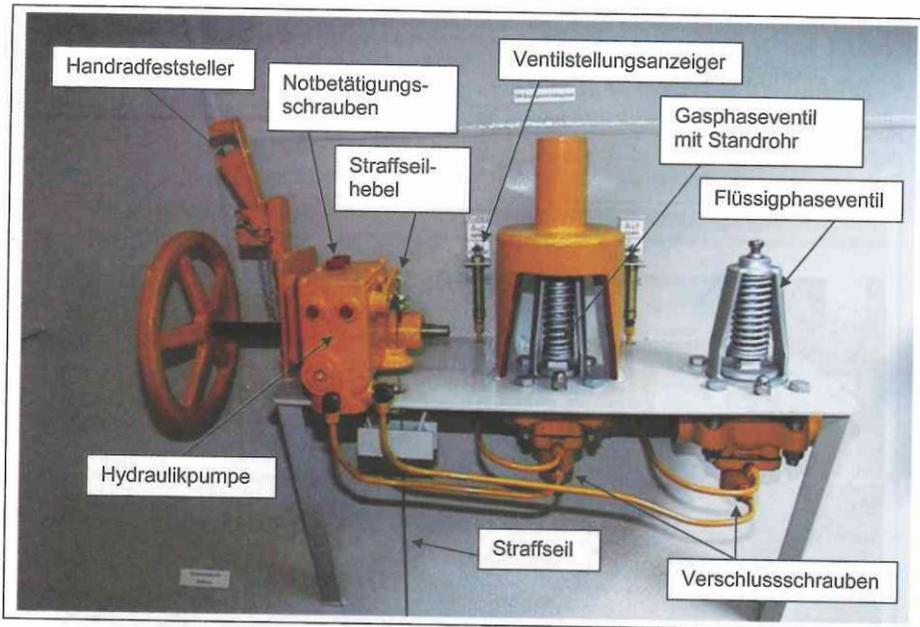


Abb. 43 Modell – hydraulische BV Typ EVA

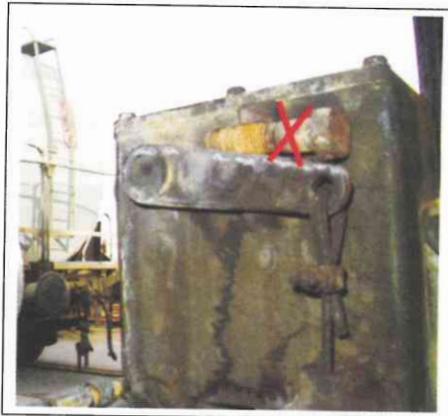


Abb. 44 Straffseilhebel in manipulierter Stellung

Optisches Unterscheidungsmerkmal der Schrauben ist die unterschiedliche Schraubenkopfgröße (Notbetätigungsschraube SW 27, Verschluss-schraube SW 17).
 Achtung. Der Schnellschluss der Bodenventile ist bei eingedrehter Notbetätigungsschraube unwirksam!

Unzulässige Bedienung der Hydraulikpumpe:
 Eine Manipulationsmöglichkeit ist das unzulässige Verkeilen des Straffseilhebels an der Hydraulikpumpe (Abb. 44). Nach dem Entfernen des Blockiergegenstandes - in diesem Fall eine Schraube - können die Bodenventile schließen.

• Typ GESTRA



Abb. 45 Hydraulische BV Typ GESTRA

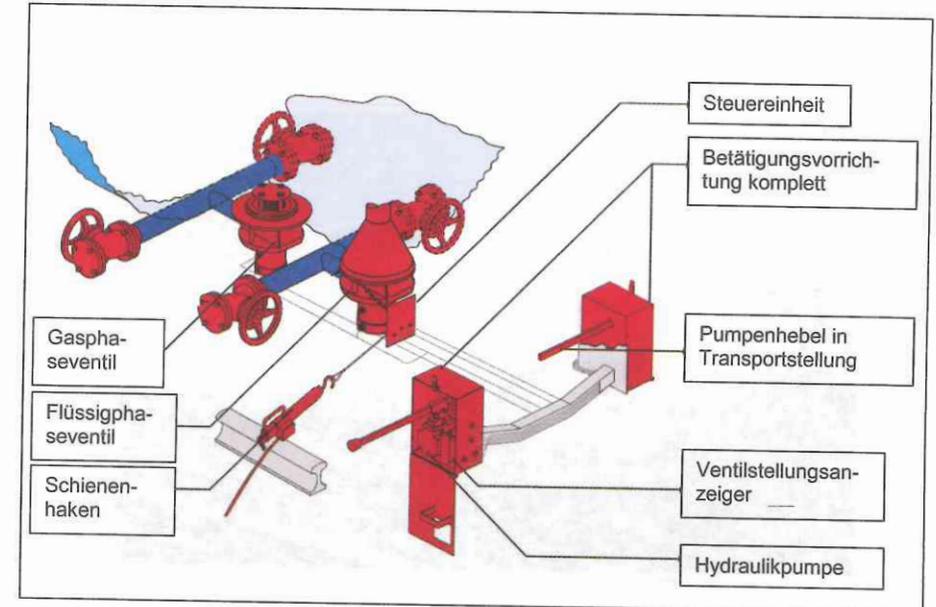


Abb. 46 Schema Anordnung der Befüll- und Entleerungsarmaturen Typ GESTRA hydraulisch

Öffnen der Schnellschlussbodenventile:

Unter Verwendung einer zulässigen Einrichtung ist das Straffseil zu spannen. Nach dem Öffnen des Armaturenkastens ist der Pumpenhebel herauszuziehen und mit ca. 6 Doppelhüben können die Ventile geöffnet werden. Die im Armaturenkasten angeordneten Ventilstellungsanzeiger geben den Öffnungsstand der Ventile wieder.

Schließen der Schnellschlussbodenventile:

Mit dem Entspannen des Straffseils stellt das Steuerventil sich automatisch um. Das System wird dadurch Druckentlastet und die Bodenventile schließen selbsttätig im Schellschluss. Die federbelasteten Ventilstellungsanzeiger gehen in ihre Grundstellung zurück und nach dem Einschleiben des Pumpenhebels ist der Armaturenkasten wieder zu verschließen.

Notbetätigung:

Wenn bei Ausfall beider Pumpen oder aus anderen Gründen keine oder nur eine zu geringe Druckaufgabe möglich ist, lassen sich die Bodenventile über Herausschrauben der Verschlusschrauben an den Unterseiten der Bodenventilhydraulikzylinder und dem Einschrauben der an einer Kette im Armaturenkasten befindlichen Notbetätigungsschrauben öffnen.

Achtung: Schnellschluss der Bodenventile ist bei eingeschraubter Notbetätigungsschraube unwirksam!

4.2 DKW mit Obenentleerung

Für den Transport bestimmter giftiger unter Druck verflüssigter Gase z. B. Chlor, Schwefeldioxid ist eine Obenentleerung vorgeschrieben. Bei diesen Gasen sind die vorgeschriebenen innenliegenden Schnellschlussventile für den Einbau in den Domdeckel konzipiert und zusätzlich mit einer äußeren Absperrinrichtung, die durch einen Blindflansch verschlossen wird, versehen.



Abb. 47 Druckgaskesselwagen mit Obenentleerung

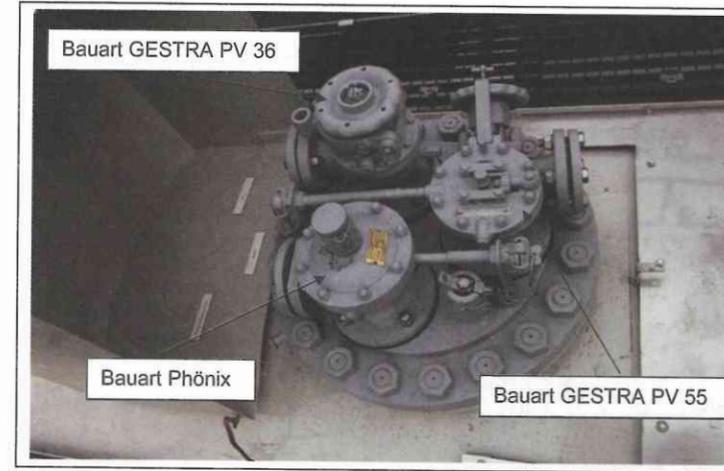


Abb. 48 Chlordom mit 3 unterschiedlichen Chloreckventilen für Ausbildungszwecke (in der Praxis werden 3 Chloreckventile vom selben Hersteller verwendet)

DKW mit Obenentleerung sind mit zwei voneinander unabhängigen Flüssigphasenschlüssen ausgerüstet, bestehend aus Steigrohr, innenliegendem Schnellschlussventil und äußerer Absperrinrichtung mit Blindflanschverschluss, und einem Gasphasenschluss, bestehend aus innenliegendem Schnellschlussventil und äußerer

Absperrinrichtung mit Blindflansch.

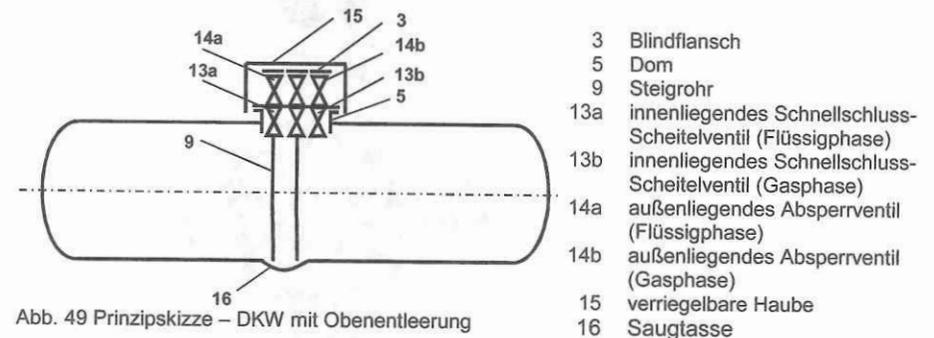


Abb. 49 Prinzipskizze – DKW mit Obenentleerung

Die innenliegenden Schnellschlussventile werden über die außenliegenden Ventile mittels Druckluft geöffnet. Im Notfall kann das innenliegende Schnellschlussventil über die im äußeren Ventil integrierte Notbetätigung geöffnet werden. Durch das Befestigen einer Reißleine kann das Schnellschlussventil dann aus sicherer Entfernung geschlossen werden.

Für die Befüll- und Entleervorgänge wird nur ein Flüssigphase- und der Gasphaseanschluss benötigt. Der zweite Flüssigphaseanschluss dient als Reserve für den Versagensfall des anderen Flüssigphaseanschlusses.

Umgangssprachlich werden die oberen Armaturen als Chloreckventile bezeichnet.

Zum Einsatz kommen hauptsächlich Armaturen der Firmen Phönix und GESTRA die im Folgenden näher beschrieben werden.

• Typ Phönix



Abb. 50 Chlordom mit Phönix-Armaturen

Nach dem Befüll- oder Entleerungsvorgang und dem Schließen der Ventile ist die Transportsicherung wieder aufzuschrauben.

Steht keine Druckluft zur Verfügung, können die Ventile mit der dazugehörigen Handöffnungsvorrichtung (Notbetätigung) betätigt werden. Diese wird anstelle der Transportsicherung auf das Eckventil aufgeschraubt. Durch Eindrehen der Sechskantschraube wird die Spindel nach unten gedrückt und die Ventile öffnen. Die Handöffnungsvorrichtung ist so konstruiert, dass die Schnellschlusseigenschaft der Ventile erhalten bleibt. Über die an der Notbetätigung befestigte Reißleine können die Ventile aus sicherer Entfernung geschlossen werden.

Die Auslösung per Schnellschluss kann die Dichtpartien beschädigen, da der Schließvorgang ungedämpft geschieht. Phönix empfiehlt deshalb, das Ventil nach jedem erfolgten Schnellschluss einer Überprüfung zu unterziehen.

Im Ruhezustand sind beide Ventile (inneres und äußeres) durch Federkraft geschlossen. Zusätzlich ist das außenliegende Ventil durch die sogenannte Transportsicherung (Blockierkappe) gegen unbeabsichtigtes Öffnen gesichert.

Nach dem Abschrauben der Transportsicherung kann das außen liegende Ventil pneumatisch betätigt werden. Die Steuerluft drückt auf die Membrane und drückt die Spindel nach unten. Zwangsläufig wird dadurch auch das innenliegende Schnellschlussventil in die Offenstellung gebracht.

Bei Druckluftausfall schließen die Ventile sofort durch Federkraft.

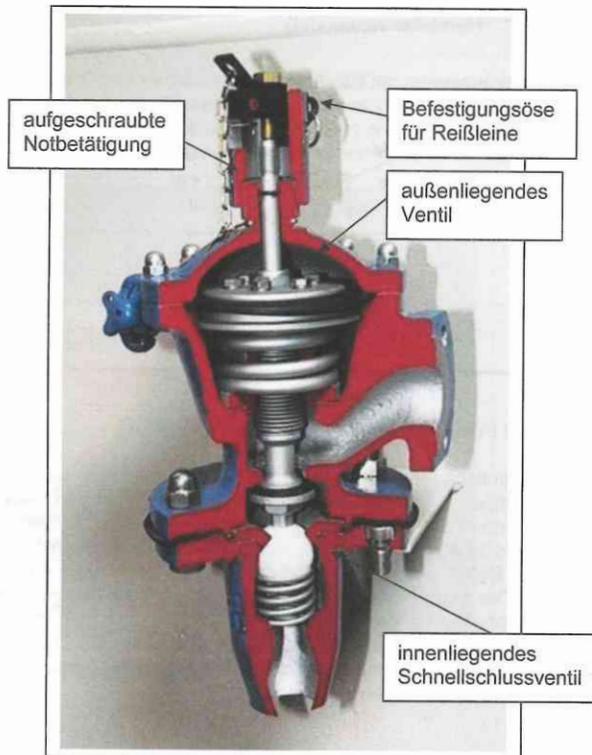


Abb. 51 Schnittdarstellung des Chloreckventils „Phönix“ mit aufgeschraubter Notbetätigung

• Typ GESTRA PV 55 (siehe Abb. 45)

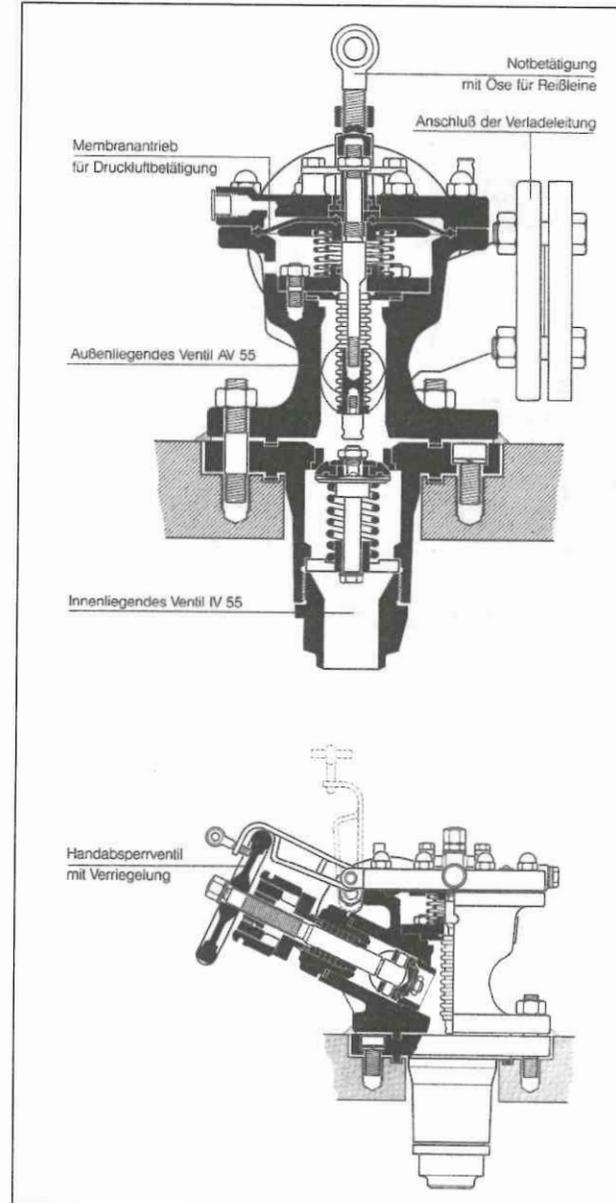


Abb. 52 Schnittdarstellung des Chloreckventils PV 55 GESTRA

Das außenliegende Absperrventil dieses Chloreckventils hat zum sicheren Abdichten gegen die Atmosphäre ein Handabsperrenteil, das während der Beförderung durch eine spezielle Verriegelung gesichert ist. Das innenliegende Schnellschlussventil ist im drucklosen Zustand durch Federkraft geschlossen. Für die Befüll- und Entleerungsvorgänge muss nach dem Anflanschen der Anschlussleitungen die Verriegelungseinrichtung des Handabsperrenteils gelöst und das Handabsperrenteil geöffnet werden. Das innenliegende Schnellschlussventil wird über den druckluftbetätigten Membrantrieb, der im äußeren Absperrventil eingebaut ist, geöffnet.

Bei Druckluftausfall schließt das innenliegende Schnellschlussventil sofort durch Federkraft.

Für den Fall, dass das innenliegende Schnellschlussventil nicht mittels Druckluft geöffnet werden kann, ist das außenliegende Absperrventil zusätzlich mit einer Notbetätigung ausgerüstet. Der Kippbügel ist in die Senkrechte zu bringen und durch Eindrehen der Schraube wird das innenliegende Schnellschlussventil geöffnet. Durch die am Kippbügel zu befestigende Reißleine kann im Gefahrenfall der Kippbügel umgeklappt werden und das innenliegende Schnellschlussventil schließt automatisch.

• Typ GESTRA PV 65

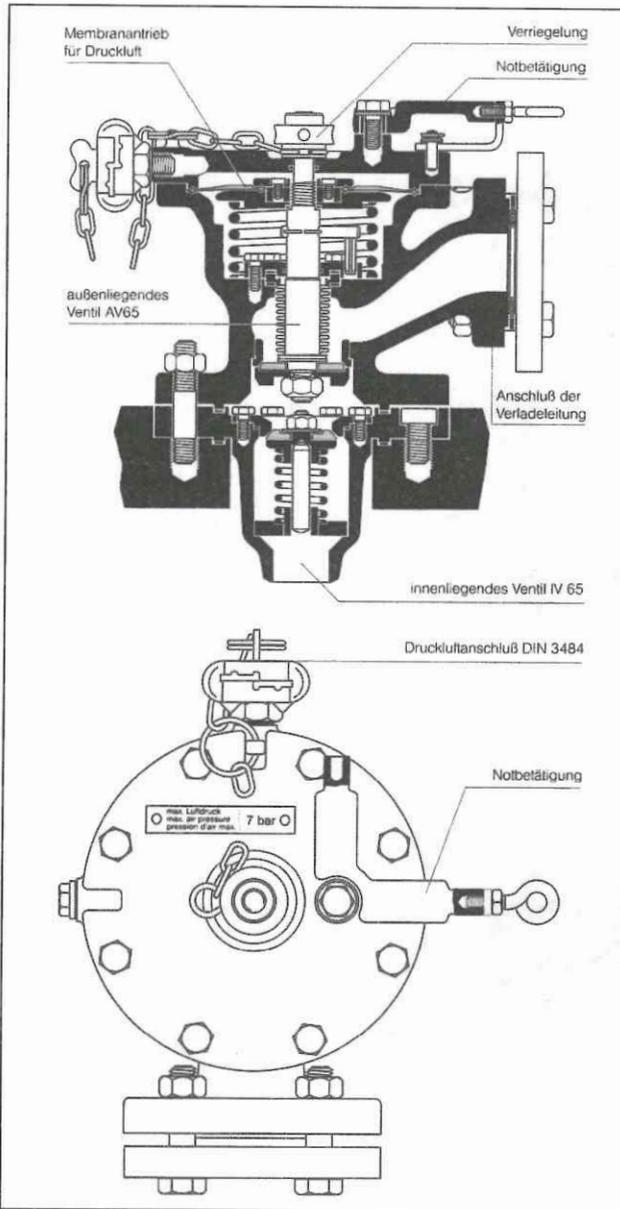


Abb. 53 Schnittdarstellung des Chloreckventils PV 65 GESTRA

Die Funktionsweise der neueren GESTRA-Ventilbauart ist ähnlich der Ventilbauart „Phönix“. Der im außenliegenden Absperrventil befindliche Membranantrieb, der mittels Druckluft betätigt wird, dient zum Öffnen des äußeren Absperrventils und des inneren Schnellverschlussventils. Der Membranantrieb wird durch die auf dem äußeren Absperrventil angebrachte Verriegelungseinrichtung (Blockiereinrichtung) gegen ungewolltes Betätigen geschützt.

Bei Druckluftausfall schließen die Ventile sofort durch Federkraft.

Für den Fall, dass die Ventile nicht über Druckluft geöffnet werden können ist eine Notbetätigung möglich. Hierfür ist die auf dem Ventil fest angeordnete Notbetätigungseinrichtung so zu verdrehen, dass ein Ende über der Verriegelung steht. Durch anschließendes Linksdrehen der Verriegelungseinrichtung wird die durch das Ventil gehende Spindel nach unten gedrückt und öffnet das äußere und innere Ventil. Am anderen Ende der Notbetätigungseinrichtung befindet sich eine Öse für das Anbringen einer Reisleine, die das Schließen der Ventile im Notfall aus sicherer Entfernung ermöglicht.

4.3 DKW für tiefgekühlt verflüssigte Gase

DKW für tiefgekühlt verflüssigte Gase, wie z. B. Kohlendioxid, Sauerstoff, Stickstoff, Argon sind in der Anordnung der Armaturen so speziell und je nach Ladegut und nach Einsteller unterschiedlich, dass keine allgemeine Beschreibung der Ausrüstung erfolgen kann.



Abb. 54 DKW für tiefgekühlt verflüssigte Gase

Alle DKW für tiefgekühlt verflüssigte Gase haben zwei voneinander unabhängige Sicherheitsventile, die unzulässige Überdrücke begrenzen. Die höchstzulässigen Betriebsdrücke bei DKW liegen im Bereich von 0,2 – 0,3 MPa mit Ausnahme von DKW für Kohlendioxid, wo der zulässige Betriebsdruck bei 1,9 bis 2,0 MPa beträgt.

Die Tanks sind mit einer speziellen Isolierung ausgerüstet. Der kleinere Ladeguttank ist mittig in einem größeren Tank eingebettet und wird durch spezielle Abstandshalter in seiner Position gehalten. Perlitgranulat füllt den unter Vakuum gesetzten Hohlraum zwischen den Tanks aus. Abweichend von der beschriebenen Isolierung sind die Tanks für Kohlendioxid mit einer Feststoffisolierung versehen.

Beim Ansprechen der Sicherheitsventile kommt es hin und wieder zum Vereisen selbiger. Mit einem Sprühstrahl kann das vereiste Sicherheitsventil wieder aufgetaut und dadurch wieder zum Schließen gebracht werden.

5 KW für feste Stoffe

Eine geringe Anzahl von Kesselwagen ist für die Beförderung von festen Stoffen ausgerüstet. Das zu befördernde Ladegut wird über den Dom in den Tank geschüttet. Während der Beförderung kommt es durch die Erschütterungen zur Ladegutverdichtung. Deshalb wird das Ladegut bei der Entladung durch Einblasen von Druckluft aufgelockert und anschließend über die unteren Armaturen entladen.

Tanks für feste Stoffe sind mit zwei hintereinanderliegenden, voneinander unabhängigen Verschlüssen versehen. Die Verschlüsse bestehen aus

- einer äußeren Absperrvorrichtung und
- einer Verschlusseinrichtung am Ende jedes Stützens als Schraubkappe, Blindflansch oder einer gleichwertigen Einrichtung.

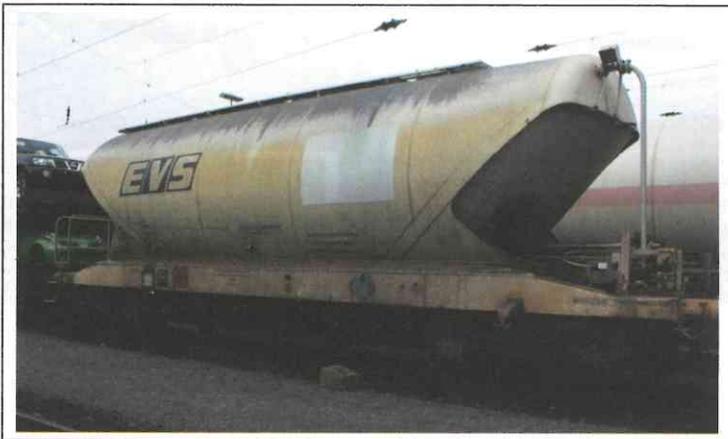


Abb. 55 EKW für feste Stoffe

6 Armaturenkesselwagen

Zur Unterweisung am Objekt hält die DB Netz AG einen Armaturenkesselwagen vor. Dieser ist mit den geläufigsten Armaturen und Sicherheitseinrichtungen ausgestattet. Durch die Begehrbarkeit des Tankinneren, in welchem weitere Armaturenschnittmodelle untergebracht sind, und des Tankscheitels kann die Funktions- und Wirkungsweise der verschiedenen Armaturen sehr deutlich erläutert werden.

Die Reservierung für Schulungen ist unter nachfolgender Tel.-Nr. möglich.

DB Netz AG
I.NPB 2(N)
Horst Fechner
0160-97415946



Abb. 56 Armaturenkesselwagen des Ausbildungszuges der DB Netz AG

