

DIN EN 15611

ICS 45.040

Entwurf

Einsprüche bis 2018-09-20
 Vorgesehen als Ersatz für
 DIN EN 15611:2011-01 und
 DIN EN 15611
 Berichtigung 1:2012-12

**Bahnanwendungen –
 Bremse –
 Relaisventile;
 Deutsche und Englische Fassung prEN 15611:2018**

Railway applications –
 Braking –
 Relay valves;
 German and English version prEN 15611:2018

Applications ferroviaires –
 Freinage –
 Relais pneumatiques;
 Version allemande et anglaise prEN 15611:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-07-20 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fsf@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF), Panoramaweg 1, 34131 Kassel.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 107 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15611:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-03 AA „Bremse“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 2533 siehe DIN ISO 2533

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15611:2011-01 und DIN EN 15611 Berichtigung 1:2012-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen aktualisiert;
- b) Abschnitt „Begriffe“ überarbeitet;
- c) Überarbeitung der Anforderungen an Aufbau und Herstellung;
- d) Überarbeitung der Anforderungen an Werkstoffe;
- e) Überarbeitung der Anforderungen an Prüfung;
- f) Überarbeitung der Anforderungen an Betriebserprobung und Abnahme;
- g) Überarbeitung der Anforderungen an Kennzeichnung;
- h) Anhang A überarbeitet;
- i) Anhang B „Statische Fahrzeug- und Fahrversuche“ gelöscht;
- j) Anhang ZA aktualisiert.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 2533, *Normatmosphäre*

Bahnanwendungen — Bremse — Relaisventile

Applications ferroviaires — Freinage — Relais pneumatiques

Railway applications — Braking — Relay valves

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9a

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	10
5 Aufbau und Herstellung	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Funktionsanforderungen	11
5.2.1 Allgemeines	11
5.2.2 Mindestausgangsdruck	11
5.2.3 Genauigkeit des Ausgangsdruckes und des Umschaltens	12
5.2.4 Steuersignaleigenschaften (Typen B1, B2, C1, C2, C1D, C2D, E)	13
5.2.5 Ermöglichung einer Änderung des Übersetzungsverhältnisses eines Relaisventils des Typs B1 während der Bremsbetätigung	14
5.2.6 Verhinderung der Änderung des Übersetzungsverhältnisses eines Relaisventils des Typs B2 und eines kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventils der Typen C1, C2, C1D, C2D, E während der Bremsbetätigung	14
5.2.7 Geknickte Eigenschaften eines kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventils (Typ E)	14
5.2.8 Zusammenarbeit zwischen Relaisventil und Steuerventil	15
5.2.9 Hysterese	16
5.2.10 Empfindlichkeit	16
5.2.11 Durchsatz	17
5.2.12 Dichtheit	17
5.2.13 Änderung des Übersetzungsverhältnisses	17
5.3 Schwingungen und Stöße	17
5.4 Umgebungsbedingungen	18
5.4.1 Allgemeines	18
5.4.2 Temperatur	18
5.4.3 Andere Umweltbedingungen	18
5.5 Druckluftqualität	20
5.6 Lebensdauer	20
5.7 Brandverhalten	20
5.8 Äußere Erscheinung	20
5.9 Konstruktive Anforderungen die sich durch Druckbelastungen ergeben	20
5.10 Schnittstelle	20
5.10.1 Allgemeines	20
5.10.2 Mechanisch	21
5.10.3 Pneumatisch	21
6 Werkstoffe	21
7 Typprüfungen	21
7.1 Allgemeines	21
7.2 Typprüfung eines Einzelrelaisventils	21
7.2.1 Prüfstand für Einzelrelaisventile	21
7.2.2 Musternahme für Typprüfungen	24
7.2.3 Prüftemperatur und Luftqualität	24

7.2.4	Verfahren für Typprüfungen.....	24
8	Beurteilung im Betrieb.....	49
9	Bezeichnung	49
10	Kennzeichnung und Beschriftung	49
Anhang A (informativ) Beurteilung im Betrieb.....		51
A.1	Allgemeines	51
A.2	Prüfaufbau und Probennahme	51
A.3	Verfahren.....	51
A.4	Annahme-/Ablehnungskriterien	51
Anhang ZA (Informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2008/57/EG		52
Literaturhinweise.....		54

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15611:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15611:2008+A1:2010 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG.

Zum Zusammenhang mit der EU-Richtlinie 2008/57/EG siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für Relaisventile, die zur Steuerung des Bremszylinderdruckes von Druckluftbremsen in Eisenbahnfahrzeugen in Verbindung mit einem Druckluftbremsensteuerventil oder einem anderen Steuergerät bestimmt sind. Es umfasst einstufige Relaisventile und Relaisventile, die den Bremszylinderdruck in Abhängigkeit von einer Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit oder -last, die entweder stufenlos oder in zwei oder mehr Stufen, d. h. leer – beladen, variabel ist, anpassen.

Relaisventile, die mit anderen Betriebsdrücken, insbesondere dem Druck in der Hauptluftleitung, arbeiten, sind hierin nicht erfasst.

In diesem Dokument werden die Anforderungen für die Konstruktion, die Herstellung und die Prüfung von Relaisventilen festgelegt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 14478, *Bahnanwendungen — Bremsen — Fachbegriffe*

EN 15355, *Bahnanwendungen — Bremse — Steuerventile und Bremsabsperreinrichtungen*

EN 15625, *Bahnanwendungen — Bremse — Automatisch kontinuierlich wirkende Lasterfassungseinrichtungen*

EN 45545-1, *Bahnanwendungen — Brandschutz in Schienenfahrzeugen — Teil 1: Allgemeine Regeln*

EN 45545-2, *Bahnanwendungen — Brandschutz in Schienenfahrzeugen — Teil 2: Anforderungen an das Brandverhalten von Materialien und Komponenten*

EN 50125-1, *Bahnanwendungen — Umweltbedingungen für Betriebsmittel — Teil 1: Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen*

EN 60721-3-5:1997, *Klassifizierung von Umweltbedingungen — Teil 3: Klassen von Umwelteinflussgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 5: Einsatz an und in Landfahrzeugen (IEC 60721-3-5:1997)*

EN 61373:2010, *Bahnanwendungen — Betriebsmittel von Bahnfahrzeugen — Prüfungen für Schwingen und Schocken (IEC 61373:2010)*

EN ISO 228-1, *Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen — Teil 1: Maße, Toleranzen und Bezeichnung (ISO 228-1:2000)*

ISO 8573-1:2010, *Compressed air — Part 1: Contaminants and purity classes*

3 Begriffe

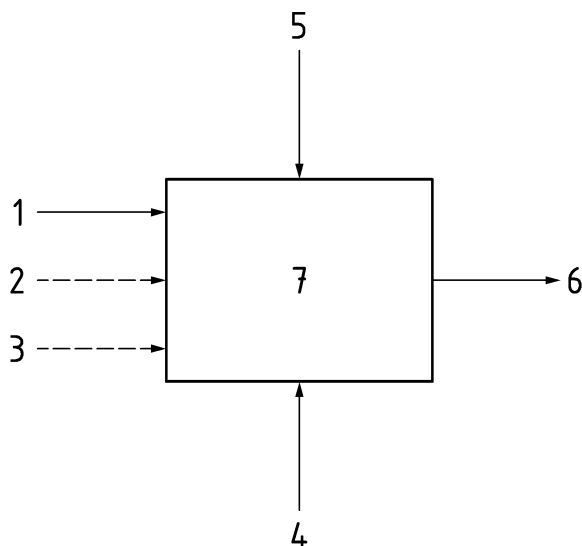
Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 14478, EN 15355 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Relaisventil
Vorrichtung, dessen Hauptfunktion darin besteht, einen pneumatischen Ausgangsdruck in Abhängigkeit der Veränderung eines oder mehrerer Eingangsdrücke zu steuern (siehe Bild 1)



Legende

- 1 erster Eingangsdruck
- 2 zweiter Eingangsdruck
- 3 dritter Eingangsdruck
- 4 Steuersignal – kontinuierlicher Lasterfassungsdruck (L_{cp}) oder Steuersignal – „leer“/„beladen“-Signaldruck (L_{sp}) oder mechanischer Eingang (Hebel) oder elektrischer Eingang
- 5 Hilfsluftbehälterdruck, Vorratsdruck (AR)
- 6 Ausgangsdruck
- 7 Relaisventil

Bild 1 — Relaisventil, Drücke und Signale

3.2 Eingangsdruck
vom Relaisventil empfangener Steuerdruck

Anmerkung 1 zum Begriff: Druck, der üblicherweise als Ausgangsdruck eines Steuerventils oder eines Bremssteuergerätes angesehen wird, manchmal als Vorsteuerdruck oder fiktiver Bremszylinderdruck bezeichnet.

3.3 Ausgangsdruck
Druckauslass des Relaisventils, im Allgemeinen als Bremszylinderdruck angesehen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Druck kann auch als Eingangsdruck eines anderen Relaisventils verwendet werden. Der Ausgangsdruck kann eine oder mehrere festgelegte Stufen aufweisen, oder er kann kontinuierlich zwischen einem Mindest- und einem Höchstdruck oder umgekehrt verändert werden.

3.4 Übersetzungsverhältnis des Relaisventils
Verhältnis von Ausgangsdruckwert zu Eingangsdruckwert

3.5

Steuersignal

Signal zur Änderung des Übersetzungsverhältnisses des Relaisventils:

- vom Dauerlastsensor (L_{cp}) erhalten,
- von der Leer-Beladen-Umstelleinrichtung (L_{sp}) erhalten,
- von der Position der mechanischen Umstellung erzeugt,
- anderweitig erzeugt, z. B. geschwindigkeitsabhängig

3.6

Relaisventil Typ A

Relaisventil mit einem festgelegten Übersetzungsverhältnis, wobei dieses geringer (Untersetzung), gleich oder größer (Aufwärtsübersetzung) als 1 sein kann

3.7

Relaisventil Typ B1

Relaisventil mit zwei oder mehr festgelegten Übersetzungsverhältnissen, die sich während eines Bremsvorgangs verändern können, wobei dieses geringer (Untersetzung), gleich oder größer (Aufwärtsübersetzung) als 1 sein kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Typischerweise zweistufiges „Leer“/„Beladen“-Relaisventil, das in Abhängigkeit vom Lastsignaleingang einen einen leeren (Tara) oder einen belasteten Ausgangsdruck proportional zum Eingangsdruck liefert und bei Fahrzeugen im Leer- oder Volllastbetrieb eingesetzt wird. Alternativ kann das Verhältnis in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit verändert werden.

3.8

Relaisventil Typ B2

Relaisventil mit zwei oder mehr festgelegten Übersetzungsverhältnissen, die sich während eines Bremsvorgangs nicht verändern können, wobei dieses geringer (Untersetzung), gleich oder größer (Aufwärtsübersetzung) als 1 sein kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Typischerweise zweistufiges „Leer“/„Beladen“-Relaisventil, das in Abhängigkeit vom Lastsignaleingang einen einen leeren (Tara) oder einen belasteten Ausgangsdruck proportional zum Eingangsdruck liefert. Ein Absperrern der Übersetzungsvorrichtung während eines Bremsvorganges wird üblicherweise dann vorgenommen, wenn ein häufiges Umschalten bei Fahrzeugen vermieden werden soll, die in der Nähe des Umschaltgewichtes betrieben werden.

3.9

Relaisventil Typ C1

einstufiges Relaisventil mit einer kontinuierlich veränderlichen Übersetzung, in welchem ein Lastsignal zur Veränderung der Übersetzung verwendet wird

3.10

Relaisventil Typ C2

Relaisventil mit einer kontinuierlich veränderlichen Übersetzung, in welchem ein Lastsignal zur Änderung der Übersetzung verwendet wird und mit einer zusätzlichen Funktion „Mehrstufigkeit“ versehen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Üblicherweise wird ein Lastsignal zur Änderung der Übersetzung des Relaisventils und ein Steuersignal (automatisch oder manuell) zur Änderung der Stufe(n) gegeben. Das sich hieraus ergebende Resultat ist, dass bei gleicher Beladung und gleichem Eingangsdruck in der unteren Stufe (z. B. P-Modus, Reisezug) ein geringerer Ausgangsdruck und in einer höheren Stufe (z. B. R-Modus, schnell fahrender Reisezug) ein höherer Ausgangsdruck erzielt wird.

3.11

Funktion D für ein Relaisventil

überlagerte Funktion für Relaisventil Typ A, C1, C2 mit zwei oder mehr Eingangsdrücken

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Fall ist der Typ des Relaisventils AD, C1D und C2D.

3.12

Relaisventil Typ E

kontinuierlich wirkendes Lastbremsrelaisventil mit besonderer, nicht linearer Eigenschaft, welche automatisch wirksam wird, wenn das Fahrzeug mehr als eine definierte Beladung aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Typ E kann eine Kombination aus einem Typ C1 oder C2 und einem zusätzlichen Funktionsblock oder ein spezifisches generisches Design sein. Durch diese Funktion wird (im Vergleich zu einer linearen Eigenschaft) der Ausgangsdruck für niedrige Eingangsdrücke auf ein bestimmtes Niveau reduziert, um die thermische Belastung der Reibungsbremse bei Dauerbremsungen zu vermindern.

3.13

Empfindlichkeit

Änderung des Eingangsdruckes, die eine Veränderung des Ausgangsdruckes bewirkt, wenn die Änderung des Eingangsdruckes in der gleichen Richtung erfolgt, ohne dass ein Überspringen oder eine Umkehr der Richtung auftritt

3.14

Ansprechempfindlichkeit

Änderung des Eingangsdruckes, die bei 0 bar beginnt und bewirkt, dass der Ausgangsdruck anzusteigen beginnt (siehe Bild 2)

3.15

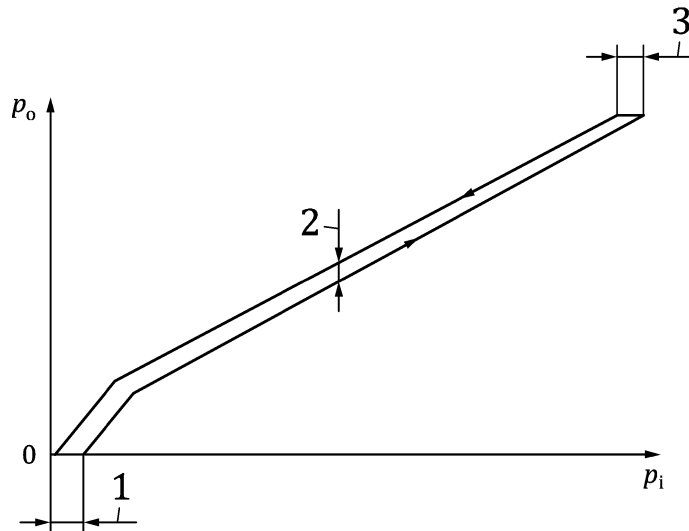
Umsteuerempfindlichkeit

Änderung des Eingangsdruckes, die eine Veränderung des Ausgangsdrucks bewirkt, wenn sich der Eingangsdruck von steigend auf fallend ändert (siehe Bild 2)

3.16

Hysterese

Abweichung des Ausgangsdruckes bei gleichem Eingangsdruck, der zuerst auf einen bestimmten Wert ansteigt und anschließend, nachdem dieser Wert überschritten wurde, auf den gleichen Wert abfällt (siehe Bild 2)



Legende

- 1 Ansprechempfindlichkeit
- 2 Hysterese
- 3 Umsteuerempfindlichkeit

ANMERKUNG Das Bild ist aus Gründen der besseren Darstellung vereinfacht, d. h. die tatsächliche Druckentwicklung ist nicht dargestellt.

Bild 2 — Hysterese und Empfindlichkeit

3.17

Normliter

Maßeinheit von Gasen, entsprechend 1 l bei einem Druck von 1 Atmosphäre und einer Standard-Temperatur von 20 °C

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Volumenstrom wird oft in Normliter je Minute (Nl/min) angegeben.

3.18

speziell zusammengestellte Paare

Kombination aus einem Steuerventil und einem oder mehreren Relaisventilen, um spezifische Toleranzen von Bremszylinderdruck und -zeitabläufen zu erreichen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kombination wird in der Regel über die gesamte Lebensdauer der Bauteile zusammengehalten.

4 Symbole und Abkürzungen

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbol	Bezeichnung	Einheit
B_{cp}	Bremszylinderdruck	bar
L_{cp}	Steuersignal – kontinuierlicher Lasterfassungsdruck	bar
L_{sp}	Steuersignal- „leer“/„beladen“-Signaldruck	bar
p	Druck	bar
p_i	Eingangsdruck	bar
p_o	Ausgangsdruck	bar
t	Zeit	s
A.R.	Hilfsluftbehälterdruck, Vorratsdruck	bar

5 Aufbau und Herstellung

5.1 Allgemeines

Ein Relaisventils dient der Verwendung eines Steuerventils oder einer Bremssteuereinheit ohne Anpassungen des Steuerventils oder der Bremssteuereinheit in Bezug auf das Bremszylindervolumen an das Fahrzeug. Dies schließt die Unabhängigkeit der Bremszylinderfüll- und Lösezeiten, der Ansprungfunktion und des Druckaufbaus des Ausgangsdruckes vom Volumen (Bremszylinder und Leitungen) ein.

Durch die Verwendung eines Relaisventils dürfen sich die Eigenschaften eines Steuerventils und/oder einer Bremssteuereinheit, die in der vorliegenden Norm nicht festgelegt sind, nicht verändern.

Die Verwendung eines Relaisventils muss es ermöglichen, dass sich der Bremszylinderdruck zwischen vorgeschriebenen Grenzwerten bewegt. Diese Grenzwerte können durch unterschiedliche Bremsbetriebsarten oder geschwindigkeitsabhängige Anforderungen bestimmt werden oder durch die Notwendigkeit, eine nominal konstante Bremsleistung, unabhängig von der jeweiligen Last, einzuhalten.

In der nachfolgend dargestellten Tabelle 2 werden die in dieser Norm beschriebenen Relaisventiltypen mit Verweis auf die jeweiligen Abschnitte, in denen sie behandelt werden, aufgeführt.

Tabelle 2 — Relaisventiltypen

Basistyp	Ausführungsvarianten	Optionale ergänzende Funktion	Typ (EN 15611-2010)	Typ (neu)
ein festes Verhältnis von Ausgangs-/Eingangsdrücken	anpassbar durch Kolbendurchmesser oder verstellbar durch Schraube	nein	A	A
		Mehrere Eingänge für „Größtwertauswahl“		AD
mehr als ein festes Verhältnis von Ausgangs-/Eingangsdrücken ^a	anpassbar durch Kolbendurchmesser oder verstellbar durch Schraube	Verhältnis kann sich während des Bremsvorgangs ändern	B1	B1
		Verhältnis kann sich während des Bremsvorgangs nicht ändern	B2	B2
kontinuierlich wirkendes Lastbremsrelaisventil		nein	C	C1
		mit einer hinzugefügten mehrstufigen Funktion	C1	C2
		zwei Eingangsdrücke für „Größtwertauswahl“	D	C1D
		zwei Eingangsdrücke für „Größtwertauswahl“ mit einer hinzugefügten mehrstufigen Funktion	D	C2D
kontinuierlich wirkendes Lastbremsrelaisventil mit geknickten Eigenschaften ^b		spezielle nichtlineare Eigenschaft (Knickventil)	E	E
^a Ein mehrstufiges Relaisventil mit nur zwei Stufen, die Ausgangsdrücke entsprechend des leeren oder beladenen Fahrzeugs erzeugen, können als „leer“/„beladen“-Relaisventil bezeichnet werden. ^b Typ E kann eine Kombination aus einem Typ C1 oder C2 und einem zusätzlichen Funktionsblock oder ein spezifisches generisches Design sein.				

5.2 Funktionsanforderungen

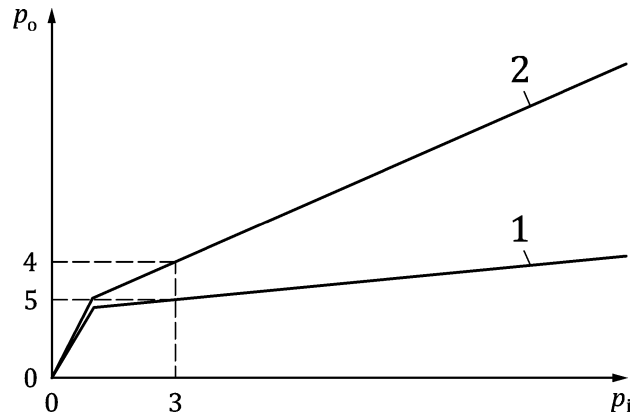
5.2.1 Allgemeines

Die Anforderungen sind nach den Angaben in Tabelle 5 zu prüfen.

5.2.2 Mindestausgangsdruck

Der spezifische Mindestausgangsdruck eines Relaisventils als Reaktion auf eine erste Bremsstufe mit einem Eingangsdruck von $(0,75 \pm 0,02)$ bar muss einen durch seine Dokumentation festgelegten Wert aufweisen.

Bild 3 zeigt anhand eines Beispiels, wie sich der Ausgangsdruck eines Relaisventils bei unterschiedlichen Lastverhältnissen auswirkt.



Legende

- 1 Leerstellung
- 2 Beladenstellung
- 3 Eingangsdruck ($0,75 \pm 0,02$) bar
- 4 Mindestausgangsdruck, beladen
- 5 Mindestausgangsdruck, leer

ANMERKUNG Die geknickten Eigenschaften sind optional.

Bild 3 — Beispiel des Ausgangsdruckes p_o eines Relaisventils (Bremszylinderdruck) in Bezug auf den Eingangsdruck p_i für verschiedene Fahrzeuglastverhältnisse

5.2.3 Genauigkeit des Ausgangsdruckes und des Umschaltens

5.2.3.1 Allgemeines (alle Typen)

Der Ausgangsdruck des Relaisventils muss sich innerhalb der folgenden Toleranzen bewegen, bezogen auf die Mindest- („leer“) /Höchst- („beladen“) werte, die auf dem Typenschild und der Einbauzeichnung des Relaisventils angegeben sind:

- $\pm 0,10$ bar für Ausgangsnenndrücke von $\leq 3,8$ bar bei einem Eingangsdruck von $(3,8 \pm 0,02)$ bar (Verhältnisse ≤ 1);
- $\pm 0,15$ bar für Ausgangsnenndrücke von $> 3,8$ bar bei einem Eingangsdruck von $(3,8 \pm 0,02)$ bar (Verhältnisse > 1).

Ein Relaisventil kann sich von einem Verhältnis < 1 im leeren zu > 1 im beladenen Zustand ändern.

5.2.3.2 Genauigkeit bei einem mehrstufigen Relaisventil (Typ B1 und Typ B2)

Das Relaisventil muss so ausgelegt sein, dass die Umstellung vom leeren (niedrigen), auf den mittleren (sofern zutreffend) und den belasteten (hohen) Zustand und umgekehrt erfolgen kann, wie in 5.2.4 definiert, dies gilt bei spezifischen Werten des Steuersignals wie Lastsignaldruck oder Lasterfassungsdruck (L_{sp}/L_{cp}) oder mit einer mechanischen Umstellung. Die Genauigkeit der Umstellung muss in Übereinstimmung mit 7.2.4.4 (Typ B1 und Typ B2) geprüft werden.

5.2.3.3 Umstellgenauigkeit bei einem kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventil, bei dem eine mehrstufige Funktion der kontinuierlichen Lastbremsfunktion überlagert ist (Typ C2 und Typ C2D)

Es muss bei jedem Eingangsdruck und bei jedem Laststeuerdruck (L_{cp}) möglich sein, von einem niedrigeren auf einen höheren Ausgangsdruck und umgekehrt umzuschalten.

Das Verhältnis der Ausgangsdrücke zu den Eingangsdrücken zwischen dem höheren und dem niedrigeren Ausgangsdruckwert muss zwischen Eingangs- und Vollbremsung konstant sein, und innerhalb einer Toleranz $\pm 10\%$ für jeden Lastzustand sein. Dieser Zustand ist bezogen auf einen Eingangs-nennndruck von 3,8 bar und muss durch ein pneumatisches oder elektrisches Steuersignal ausgelöst werden.

5.2.3.4 Genauigkeit des Ausgangsdruckes eines Relaisventils, ausgelegt für zwei oder mehrere Eingangsdrücke (Typen AD, C1D und C2D)

Der Ausgangsdruck des Relaisventils muss dem höchsten der Eingangsdrücke entsprechen. Die Toleranz der höchsten Ausgangsdrücke muss bei einem Nennndruck von $\leq 3,8 \pm 0,1$ bar betragen und bei einem Nennndruck von $> 3,8$ bar $\pm 0,15$ bar. Für den Fall, dass zwei oder mehr Eingangsdrücke gleichzeitig wirksam sind, muss die Ausgangsdrucktoleranz bei einem Nennwert von $\leq 3,8$ bar $\pm 0,20$ bar betragen und $\pm 0,30$ bar bei einem Nennwert von $> 3,8$ bar.

5.2.3.5 Genauigkeit des Ausgangsdruckes in Abhängigkeit vom lastabhängigen Steuerdruck (Typen C1, C2, C1D, C2D)

Bei den Relaisventilen C1, C2 dürfen die Differenzen des Ausgangsdruckes, wenn der lastabhängige Steuerdruck (L_{cp}) erhöht oder gesenkt wurde, 0,20 bar bei einem Verhältnis von ≤ 1 und 0,30 bar bei einem Verhältnis von > 1 nicht überschreiten.

Bei einem Relaisventil Typ C1D, C2D, dürfen die Differenzen, wenn der lastabhängige Steuerdruck (L_{cp}) erhöht oder gesenkt wurde, 0,25 bar bei einem Verhältnis von ≤ 1 und 0,3 bar bei einem Verhältnis von > 1 nicht überschreiten.

Bei Relaisventilen Typ C1, C2, C1D, C2D dürfen die Differenzen, wenn der Quotient-Bcp/Delta- L_{cp} größer als 1 ist, und der lastabhängige Steuerdruck (L_{cp}) erhöht oder gesenkt wurde, 0,3 bar bei einem Quotienten ≤ 1 und 0,4 bar bei einem Quotienten > 1 , nicht überschreiten.

5.2.4 Steuersignaleigenschaften (Typen B1, B2, C1, C2, C1D, C2D, E)

Das Relaisventil muss so ausgelegt sein, dass es eine Wechselwirkung mit zumindest einem der folgenden Lastsignalarten erlaubt:

- a) einem manuellen „leer“-„beladen“-Signal, bei dem dieses von einem Hebel, der entweder direkt am Relaisventil angebracht ist oder durch Fernbedienung auf dem Fahrzeug erzeugt wird, um eine manuelle Umschaltung vom niedrigen auf den hohen Ausgangsdruck oder umgekehrt zu bewirken;
- b) einem pneumatischen „leer“/„beladen“-Signal, bei dem das Relaisventil so beschaffen sein muss, dass es nach Erhalt des maßgeblichen Signaldruckes, welcher vom Aufbau des Bremssystems abhängt, wie folgt wirkt:
 - 1) Wenn der Steuerdruck $L_{sp}/L_{cp} \leq 0,5$ bar beträgt, zeigt dies eine Last an, die unterhalb des Umschaltpunktes liegt, wodurch beim Relaisventil das untere Übersetzungsverhältnis für den Ausgangsdruck wirksam werden muss. Falls der L_{sp}/L_{cp} -Druck $\geq 3,0$ bar ist, so zeigt dies eine Last an, die größer als der Umschaltpunkt ist, wodurch beim Relaisventil das obere Übersetzungsverhältnis wirksam werden muss. Weitere Schaltepunkte können in den Konstruktionsunterlagen festgelegt werden.

- 2) Wird die Umstellereinrichtung vom B_{cp} versorgt, kann das Lastsignal entweder 0 bar betragen und muss dazu führen, dass das Relaisventil sein niedrigeres Ausgangsverhältnis oder ein Ausgangsverhältnis gleich dem Bremszylinderdruck ausgibt und muss dazu führen, dass das Relaisventil sein höheres Verhältnis ausgibt.

ANMERKUNG Der Signaldruck wird üblicherweise als Laststeuersignaldruck (L_{sp}) entweder von einem manuell betätigten pneumatischen Gerät, z. B. einem Umstellhahn oder einer automatischen „leer“-„beladen“-Umstellvorrichtung, zugeführt. Alternativ kann es die Form eines kontinuierlichen Lasterfassungsdruckes (L_{cp}) haben.

- c) einem veränderlichen Lastsignal, d. h. bei dem der Lasterfassungsdruck (L_{cp}) von einem automatisch kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventil (Wiegeventil) stammt, welches kontinuierliche Lastinformationen liefert, siehe EN 15625;
- d) geschwindigkeitsabhängiges oder anderes Steuersignal, wenn die Druckeinstellungen durch die Konstruktionsdokumentation festgelegt werden müssen.

5.2.5 Ermöglichung einer Änderung des Übersetzungsverhältnisses eines Relaisventils des Typs B1 während der Bremsbetätigung

Wenn die Bremsen betätigt werden, müssen Änderungen des Steuersignals die Änderung des Relaisventilverhältnisses auslösen.

Es können höhere Drücke des Steuersignals erforderlich sein, um eine Änderung des Übersetzungsverhältnisses des Relaisventils für andere Anwendungen als im Güterwagenbereich zu erreichen, z. B. für Lokomotiven oder Triebwagen. In diesem Fall werden die Druckwerte des Steuersignals höher sein als die Werte, die in dieser Anforderung enthalten sind und die Prüfung nach 7.2.4.5 muss angepasst werden, um die Anforderungen für die besondere Anwendung des Relaisventils zu erfüllen.

5.2.6 Verhinderung der Änderung des Übersetzungsverhältnisses eines Relaisventils des Typs B2 und eines kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventils der Typen C1, C2, C1D, C2D, E während der Bremsbetätigung

Während die Bremse bei einem Bremszylinderdruck von ≥ 1 bar angelegt ist, darf eine Änderung des Steuersignals von $\pm 0,5$ bar keine Änderung des Übersetzungsverhältnisses des Relaisventils bewirken.

5.2.7 Geknickte Eigenschaften eines kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventils (Typ E)

Ein kontinuierlich wirkendes Lastbremsventil mit geknickten Kennlinien kann für die Verwendung in Güterwagen mit Klotzbremsen vorgeschrieben werden.

Ein Relaisventil mit geknickter Kennlinie muss so ausgelegt sein, dass es mit Steuerventilen nach EN 15355 für die Verwendung in klotzgebremsten Güterwagen mit Radsatzlasten größer als ein von den jeweiligen Dokumenten festgelegtes Bremsgewicht ist. Die geforderte Kennlinie muss so beschaffen sein, dass der Ausgangsdruck (B_{cp}) bei geringeren Bremsanforderungen gesenkt wird, während dieser Ausgangsdruck (B_{cp}) bei mittleren bis hohen Bremsanforderungen auf den Wert angehoben wird, der notwendig ist, um die maximale Bremskraft bei Vollast zu erreichen.

Die Kennlinie des Relaisventils muss so beschaffen sein, dass bei den Eingangsdrücken A und B (siehe Bild 11) die für entsprechende Druckabsenkungen in der Hauptluftleitung um 0,8 bar und 1,2 bar, je nachdem wie sie vom Steuerventil erfasst werden, erzeugt werden, eine Änderung der Kennlinie bewirkt wird. Die Werte der Eingangsdrücke A und B müssen in den Bereichen zwischen 1,8 bar und 2,0 bar und zwischen 2,9 bar und 3,15 bar liegen. Der erzielte Anstieg des Ausgangsdruckes (B_{cp}), der zwischen den Eingangsdrücken A und B liegt, muss im Verhältnis zum Anstieg des Eingangsdruckes ansteigen.

Der Ausgangsdruck, der für Eingangsdrücke unterhalb des Eingangsdruckes A erzielt wurde, muss niedriger sein als die entsprechende gerade Kennlinie für die maximale Radsatzlast. Der Ausgangsdruck, der für

Eingangsdrücke oberhalb des Eingangsdruckes B erzielt wurde, muss sich der entsprechenden geraden Kennlinie für die maximale Radsatzlast wieder angleichen.

Das Relaisventil muss auch für bestimmte Ausgangsdrücke ausgelegt sein, welche 33 %, 67 %, 80 % und 100 % des entsprechenden Volllastsignals (siehe Bild 11) entsprechen.

Die in Bild 11 angegebenen Werte 33 %, 67 % können sich ändern, wenn die für Güterwagen geltende Normen dies verlangen.

5.2.8 Zusammenarbeit zwischen Relaisventil und Steuerventil

Jede Kombination zwischen Steuerventil und Relaisventil (in einer Baueinheit oder getrennt) muss entsprechend dieser Norm und EN 15355 (Steuerventilnorm) beurteilt werden.

a) Für alle Steuerventil-/Relaisventilkombinationen, außer speziell zusammengestellten Paaren von Steuer- und Relaisventilen:

- 1) Für Versuche, bei denen ein Steuerventil in Kombination mit einem Relaisventil für einen Eingangsdruck des Steuerventils von 0 bar (Schnellbremsung) und einem Relaisventil mit einem Ausgangsdruck von 3,8 bar, welcher den Eingang zum Relaisventil darstellt, genutzt wird, muss die Genauigkeit des Relaisventilausgangsdrucks $\pm 0,2$ bar für Ausgangs-Eingangsverhältnisse von ≤ 1 und $\pm 0,25$ bar für Verhältnisse > 1 betragen. Dies gilt nur für leere und belastete Bedingungen in Abhängigkeit vom tatsächlichen Verhältnis.
- 2) Die Aufbauzeit des Ausgangsdrucks (Betätigungszeit, gemessen bei einer Schnellbremsung vom Beginn des Anstiegs des Ausgangsdrucks bis 95 % seines Maximalwertes) des Relaisventils muss 3 s bis 6 s betragen, mit einer Aufbauzeit des Eingangsdrucks des Relaisventils von 3 s bis 5 s.

3) Zum Lösen der Bremse:

muss der Ausgangsdruck der Absenkung des Eingangsdruckes von seinem Höchstwert bis 0,05 bar unaufhörlich fallen. Die Zeitverzögerung für den Beginn des Absinkens des Ausgangsdruckes muss ≤ 10 % der gesamten zulässigen Lösezeit für das Steuerventil für Relaisventile mit einem Verhältnis von $\geq 0,5$ und ≤ 20 % für Relaisventile mit einem Verhältnis von $< 0,5$ betragen.

Wenn der Eingangsdruck auf 0,05 bar gefallen ist, muss der Ausgangsdruck nicht mehr als 15 s später auf $\leq 0,05$ bar fallen.

b) Für speziell zusammengestellte Paare Steuer- und Relaisventile, wenn ausdrücklich verlangt:

Die folgende Genauigkeit muss von speziell zusammengestelltem Paar erreicht werden, falls notwendig durch Anpassung am Relaisventil oder Steuerventil. Die Konstruktion des Relaisventils muss diese Anpassung zulassen. In Kombination mit einem Steuerventil eines bestimmten Typs muss das Relaisventil die folgenden Merkmale erfüllen:

- 1) Für Versuche, bei denen ein Steuerventil in Kombination mit einem Relaisventil für einen Eingangsdruck des Steuerventils von 0 bar (Schnellbremsung) und einem Relaisventil mit einem Ausgangsdruck von $(3,8 \pm 0,1)$ bar, welcher den Eingang zum Relaisventil darstellt, genutzt wird, muss die Genauigkeit des Relaisventilausgangsdrucks $\pm 0,1$ bar betragen. Dies gilt für Leer- und Beladen-Zustand.
- 2) Die Aufbauzeit des Ausgangsdrucks (Betätigungszeit, gemessen bei einer Schnellbremsung vom Beginn des Anstiegs des Ausgangsdrucks bis 95 % seines Maximalwertes) des Relaisventils muss 3 s bis 6 s betragen, mit einer Aufbauzeit des Eingangsdrucks des Relaisventils von 3 s bis 5 s.

- 3) Wenn Relaisventile des Typs C1, C2, C1D, C2D und E genutzt werden, muss diese Kombination bei den Zwischenlastzuständen Lcp4 und Lcp6 (siehe Tabelle 7) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,15$ bar reagieren. Bei Ladezustand Lcp5 muss der Ausgangsdruck eine Genauigkeit von $\pm 0,1$ bar aufweisen. Dies muss mit einem ansteigenden Lasterfassungsdruck geprüft werden.
- 4) Bei Relaisventilen des Typs C2D ist bei Verwendung in einem speziell zusammengestellten Paar ein Eingang für die Anpassung des Relaisventils anzugeben. Für diesen Eingang, muss die Kombination bei den Zwischenlastzuständen Lcp4 und Lcp6 (siehe Tabelle 7) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,15$ bar reagieren. Bei Ladezustand Lcp5 muss der Ausgangsdruck eine Genauigkeit von $\pm 0,1$ bar aufweisen. Dies muss mit einem ansteigenden Lasterfassungsdruck geprüft werden. Für den/die anderen Eingang/Eingänge müssen die vorherigen Toleranzen daher um 0,05 bar erhöht werden, d. h. sie betragen jeweils $\pm 0,20$ bar und $\pm 0,15$ bar.
- 5) Zum Lösen der Bremse:

muss der Ausgangsdruck der Absenkung des Eingangsdruckes von seinem Höchstwert bis 0,05 bar unaufhörlich fallen. Die Zeitverzögerung für den Beginn des Absinkens des Ausgangsdruckes muss ≤ 10 % der gesamten zulässigen Lösezeit für das Steuerventil für Relaisventile mit einem Verhältnis von $\geq 0,5$ und ≤ 20 % für Relaisventile mit einem Verhältnis von $< 0,5$ betragen.

Wenn der Eingangsdruck auf 0,05 bar gefallen ist, muss der Ausgangsdruck nicht mehr als 15 s später auf $\leq 0,05$ bar fallen.

Die Einhaltung dieser Anforderungen muss nach 7.2.4.16 geprüft werden.

5.2.9 Hysterese

Die maximale Hysterese von

- Relaisventil Typ A muss $\leq 0,10$ bar betragen,
- den Relaisventiltypen B1 und B2 muss $\leq 0,15$ bar betragen,
- den Relaisventiltypen C1 und C2, C1D und C2D und E muss $\leq 0,20$ bar betragen.

Die Einhaltung dieser Anforderung muss nach 7.2.4.8 (Typen C1, C2, C1D und C2D), 7.2.4.9 (Typ E), 7.2.4.10 (Typen C2 und C2D) und 7.2.4.11 (Typen A, B1 und B2) nachgewiesen werden.

5.2.10 Empfindlichkeit

Die Empfindlichkeit eines Relaisventils mit einem Übersetzungsverhältnis von 1 oder größer bei Umgebungstemperatur (25 ± 10) °C muss für Typ A, B1, B2, C1 $\leq 0,1$ bar und für Typ C2, C1D, C2D, E $\leq 0,2$ bar betragen.

Die Empfindlichkeit eines Relaisventils mit einer Übersetzung von kleiner als 1 muss so beschaffen sein, dass zwischen dem Anfangseingangsdruck und dem maximalen Eingangsdruck mindestens fünf Ausgangsdruckstufen erzielt werden können.

Nach dem ersten Bremsen (Ansprung) muss das Relaisventil in der Lage sein, auf die Änderungen des Eingangssignals in Stufen wie vom Prüfabschnitt in Abschnitt 7 definiert, bei Umgebungstemperatur, zu reagieren. Nach einer Reduzierung des Eingangsdruckes auf 0,3 bar, muss der Ausgangsdruck unter jeder Lastbedingung $\geq 0,1$ bar betragen.

Die Umsteuerempfindlichkeit eines Relaisventils bei einer Übersetzung von 1 oder größer muss $\leq 0,3$ bar betragen.

Die Umsteuerempfindlichkeit eines Relaisventils bei einer Übersetzung größer als 0,5 und kleiner als 1 muss $\leq 0,5$ bar betragen.

Es gibt keine Anforderung für die Umsteuerempfindlichkeit eines Relaisventils bei einer Übersetzung von weniger als 0,5.

Die Einhaltung dieser Anforderungen muss nach 7.2.4.12 (alle Typen) geprüft werden.

5.2.11 Durchsatz

Das Relaisventil muss in Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Norm arbeiten können, wobei die Möglichkeit einer großen Variation des mit dem Ausgang verbundenen Volumens gegeben sein muss (Einheitswirkung). Die Begrenzung des Volumens für ein besonderes Relaisventil muss vom Hersteller in den maßgebenden technischen Dokumenten angegeben und die Betriebsfähigkeit als Teil der Fahrzeugprüfung nachgewiesen werden.

5.2.12 Dichtheit

Die Dichtelemente des Relaisventils müssen unzulässige Undichtigkeiten verhindern.

Bei einer Umgebungstemperatur von (25 ± 10) °C darf das Relaisventil keine Undichtigkeiten aufweisen, die größer sind als 0,005 Nl/min beim Hilfsluftbehälter (AR), 0,001 Nl/min beim Eingangsdruck und 0,003 Nl/min beim Ausgangsdruck und beim Lcp/Lsp-Druck übersteigen.

Bei einer Umgebungstemperatur von -25 °C, ebenso bei $+70$ °C, darf das Relaisventil keine Undichtigkeiten aufweisen, die das Maß von 0,01 Nl/min übersteigen.

Bei -40 °C darf das Relaisventil keine Undichtigkeiten aufweisen, die das Maß von 0,1 Nl/min übersteigen.

5.2.13 Änderung des Übersetzungsverhältnisses

Das Relaisventil muss so ausgelegt sein, dass sein Übersetzungsverhältnis durch ein oder mehrere der nachfolgend genannten Mittel gesteuert werden kann:

- a) mechanische Mittel, z. B. eine Schraube zum Verstellen des Übersetzungsverhältnisses (feste Einstellung, nicht veränderbar während des Betriebes);
- b) mechanische Mittel, z. B. ein Hebel, oder elektrische Mittel, z. B. ein Magnetventil zum Umschalten des Übersetzungsverhältnisses während des Betriebes;
- c) Signaldruck(drücke) zum Umschalten des Übersetzungsverhältnisses des Ventils von einer ersten auf eine zweite (dritte) Ausgangsdruckstufe oder zur kontinuierlichen Veränderung des Übersetzungsverhältnisses.

5.3 Schwingungen und Stöße

Das Relaisventil muss in der Lage sein, bei Schwingungs- und Stoßeinwirkungen uneingeschränkt zu arbeiten, wie in EN 61373 vorgeschrieben. Die entsprechende Klasse und Kategorie ist nach EN 61373 festzulegen.

Die Einhaltung dieser Anforderungen muss nach 7.2.4.14 geprüft werden.

5.4 Umgebungsbedingungen

5.4.1 Allgemeines

Bei der Auslegung des Gerätes muss berücksichtigt werden, dass dieses üblicherweise in der Lage sein muss, unter den Bedingungen und in Klimazonen, für die es entwickelt wurde und in denen es mit Wahrscheinlichkeit eingesetzt wird, in Betrieb genommen zu werden und zu arbeiten, wie in dieser Norm dargelegt.

5.4.2 Temperatur

Die von dieser Norm behandelten Relaisventile müssen bei einer Umgebungstemperatur von $-40\text{ °C} \leq \text{bis} \leq 70\text{ °C}$ ohne Abweichung von den in Abschnitt 5 dieser Norm genannten technischen Anforderungen, ausgenommen die nachfolgend definierten Ausnahmen, betrieben werden können.

- Im Umgebungstemperaturbereich von $-40\text{ °C} \leq \text{bis} < -25\text{ °C}$ und bei $+70\text{ °C}$ dürfen die Druckwerte A und B (7.2.4.9) eine Toleranz von $(1,9 \pm 0,25)$ bar bzw. $(3,0 \pm 0,25)$ bar aufweisen
- Im Umgebungstemperaturbereich von $-40\text{ °C} \leq \text{bis} < -25\text{ °C}$ und bei $+70\text{ °C}$ dürfen die Werte der Hysterese und die Toleranzen für Drücke nicht mehr als doppelt so hoch wie in den entsprechenden Abschnitten für Temperaturen nach 7.2.3 angegeben sein.
- Die Stufen des Eingangsdrucks, die zu einer Reaktion des Relaisventils führen (Empfindlichkeit, Umsteuerempfindlichkeit) können doppelt so groß wie in den entsprechenden Abschnitten für Temperaturen nach 7.2.3 sein.

5.4.3 Andere Umweltbedingungen

5.4.3.1 Allgemeines

Alle aufgeführten Umwelanforderungen sind bei der Auslegung beim Auslegungskonzept der Bauteile zu berücksichtigen. Es dürfen jedoch nur die in Abschnitt 7 aufgeführten Beurteilungsprüfungen durchgeführt werden. Die übrigen Nachweise sind durch Konformitätserklärungen zu belegen.

5.4.3.2 Geographische Höhe

Das Relaisventil muss bei Höhenlagen bis zu 2 000 m ohne Einschränkungen arbeiten.

5.4.3.3 Luftfeuchte

Die nachfolgend genannten Umgebungsfeuchtepegel müssen beachtet werden:

- Jahresdurchschnitt: $\leq 75\%$ relative Luftfeuchte;
- an 30 Tagen im Jahr durchgehend: zwischen 75% und 95% relative Luftfeuchte;
- an den anderen Tagen gelegentlich: zwischen 95% und 100% relative Luftfeuchte;
- maximale absolute Feuchte: 30 g/m^3 in Tunneln.

Eine durch den Betrieb verursachte gelegentlich auftretende leichte Kondensationsfeuchte darf zu keiner Funktionsstörung oder zu einem Ausfall führen.

Für die Ermittlung des Schwankungsbereiches der relativen Luftfeuchte bei den verschiedenen Temperaturklassen, bei welcher davon ausgegangen wird, dass diese an mehr als 30 Tagen je Jahr nicht überschritten wird, sind die in EN 50125-1 angegebenen psychometrischen Tabellen zu verwenden.

Auf kalten Oberflächen kann eine 100%ige relative Luftfeuchte zur Kondensation auf Ausrüstungsteilen führen; dies darf nicht zu einer Fehlfunktion oder einem Ausfall führen.

Plötzliche Veränderungen der Lufttemperatur mit einer Geschwindigkeit von 3 K/s und einer maximalen Veränderung von 40 K lokal am Fahrzeug können zu Kondenswasserbildung an Teilen der Ausrüstung führen; diese Bedingungen, die insbesondere beim Einfahren oder Verlassen eines Tunnels auftreten, dürfen nicht zu einer Fehlfunktion oder einem Ausfall der Ausrüstung führen.

5.4.3.4 Regen

Eine Regenrate von 6 mm/min ist zu berücksichtigen. Die Wirkung des Regens ist in Abhängigkeit von der installierten Ausrüstung im Zusammenhang mit dem Wind und der Fahrzeugbewegung zu berücksichtigen.

5.4.3.5 Schnee, Eis und Hagel

Die Auswirkungen jeder Art von Schnee, Eis und/oder Hagel sind zu berücksichtigen. Der maximale Durchmesser von Hagelkörnern ist mit 15 mm anzusetzen, größere Durchmesser können in Ausnahmefällen vorkommen. Die Wirkung von Schnee, Eis und Hagel ist in Abhängigkeit von der installierten Ausrüstung im Zusammenhang mit dem Wind und der Fahrzeugbewegung zu berücksichtigen.

5.4.3.6 Sonneneinstrahlung

Die Ausrüstung muss für eine direkte Sonneneinstrahlung von 1 120 W/m² über einen maximalen Zeitraum von 8 h ausgelegt sein.

5.4.3.7 Widerstand gegen Verunreinigungen

Die Einflüsse von Verunreinigungen müssen bei der Konstruktion von Ausrüstung und Bauteilen berücksichtigt werden. Um die Verunreinigungen zu vermindern, können Hilfsmittel zum wirksamen Schutz der automatisch kontinuierlich wirkenden Lasterfassungseinrichtung genutzt werden. Der Grad der Verunreinigung kann vom Standort der Ausrüstung abhängen, weshalb die in Tabelle 3 angegebenen Klassen der Verunreinigungen als Mindestangaben anzusehen sind.

Tabelle 3 — Verunreinigungen

Verunreinigung	Anforderungen
Chemisch aktive Stoffe	Klasse 5C2 aus EN 60721-3-5:1997
Verunreinigende Fluide	Klasse 5F2 (Elektromotor) aus EN 60721-3-5:1997 Klasse 5F3 (Wärmekraftmaschine) aus EN 60721-3-5:1997
Biologisch aktive Stoffe	Klasse 5B2 aus EN 60721-3-5:1997
Staub	Definiert durch Klasse 5S2 aus EN 60721-3-5:1997
Steine und andere Gegenstände	Gegenstände von max. 15 mm Durchmesser und Ballast
Steuerventile sind so zu konstruieren, dass das Eindringen von Gräsern und Blättern, Pollen, fliegenden Insekten, Fasern usw. verhindert wird.	Für die Konstruktion von Lüftungsleitungen
Sand	Nach EN 60721-3-5:1997
Gischt	Nach EN 60721-3-5:1997, Klasse 5C2

5.5 Druckluftqualität

Es muss möglich sein, das Gerät ohne Einschränkungen mit Druckluft der Qualität, entsprechend der nachfolgend durch in ISO 8573-1:2010 festgelegten Klassen, zu betreiben:

- Klasse 3 – für die maximale Teilchengröße und die maximale Konzentration fester Schmutzstoffe;
- Klasse 4 – für den Wassertaupunkt;
- Klasse 4 – für die maximale Gesamtlölkonzentration (Tröpfchen, Aerosole und Dämpfe).

ANMERKUNG Klasse 3-4-4 nach ISO 8573-1:2010 entspricht Klasse 4-4-4 nach ISO 8573-1:2001.

5.6 Lebensdauer

Diese Norm enthält keine besonderen Anforderungen, um sicherzustellen, dass das Relaisventil eine besondere Lebensdauer erreicht.

Alle Versuche zur Schätzung der Lebensdauer eines Relaisventils sollten im Rahmen der Produktentwicklung durchgeführt werden.

ANMERKUNG Die Lebensdauer des Gerätes ist abhängig von den Umgebungs-/Funktionsbedingungen, unter denen das Gerät arbeiten wird, sowie den Anforderungen an das Gerät, eine Lebensdauer zu erreichen, die den Wartungsanforderungen des Fahrzeuges entspricht, in welches es eingebaut wird.

5.7 Brandverhalten

Das Brandverhalten des Relaisventils muss den Anforderungen von EN 45545-1 und EN 45545-2 entsprechen.

5.8 Äußere Erscheinung

Die Abmessungen und Koordinaten sowie die Anschlussgewinde und Befestigungspunkte des Relaisventils müssen mit den in den zugehörigen Zeichnungen gemachten Angaben übereinstimmen.

Die Gestaltung des Relaisventils muss sicherstellen, dass die äußeren Oberflächen des Relaisventils keine scharfen Kanten und Ecken aufweisen, welche für die Personen, die das Gerät handhaben, oder, falls dieses in ein Fahrzeug eingebaut sein sollte, an benachbarten Ausrüstungen arbeiten, gefährlich sein könnten.

Die Einhaltung dieser Anforderung muss nach 7.2.4.2 geprüft werden.

5.9 Konstruktive Anforderungen die sich durch Druckbelastungen ergeben

Die Konstruktion des Gerätes muss die vorgeschlagene Funktion bei einem maximalen Vorratsdruck von $(10 \pm 0,5)$ bar sicherstellen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der maximale Vorratsdruck in anderen Druck führenden Leitungen des Gerätes erreicht werden kann.

5.10 Schnittstelle

5.10.1 Allgemeines

Es muss möglich sein, das Relaisventil entsprechend 4.10.2 und 4.10.3 in das Fahrzeug einzubauen oder direkt am Steuerventil anzubringen.

5.10.2 Mechanisch

Die Schnittstelle zwischen Relaisventil und Fahrzeug muss entweder aus einem Ventilträger oder einer Gerätetafel bestehen. Die Anschlussteile müssen angemessene Abmessungen besitzen, um den, in dieser Norm angegebenen, physikalischen Belastungen standzuhalten. Die Schnittstelle des Relaisventils mit der Gerätetafel bzw. dem Ventilträger hängt von der individuellen Gestaltung des Relaisventils ab.

5.10.3 Pneumatisch

Das Relaisventil muss geeignet sein für den Anschluss an einen Ventilträger oder eine Gerätetafel, der (die) wiederum mit dem Fahrzeugkasten verbunden ist.

Die Rohranschlussgewinde eines Ventilträgers oder einer Gerätetafel für den Vorratsluftbehälter und den Ausgangsdruck müssen die Maße G1/2, G3/4 oder G1 aufweisen. Die Anschlussgewinde des/der Steuersignals/Steuersignale und des Eingangsdrucks müssen G1/4 oder G1/2 sein. Der Anschluss/die Anschlüsse des/der Steuersignals/Steuersignale können sich auf dem Ventilkörper des Relaisventils befinden. Alle Gewinde müssen EN ISO 228-1 entsprechen.

6 Werkstoffe

Die für die Herstellung des Relaisventils verwendeten Werkstoffe müssen allen Spezifikationen dieser Europäischen Norm entsprechen.

7 Typprüfungen

7.1 Allgemeines

Die nachfolgend genannten Typprüfungen müssen vorgenommen werden, um die Leistungsfähigkeit des Relaisventils im Vergleich zu den in der vorliegenden Norm genannten Anforderungen zu beurteilen.

Alle Versuchsanforderungen müssen erfüllt werden, um die Einhaltung der Typprüfung zu erreichen. Die Typprüfungen müssen durchgeführt werden und die Aufzeichnungen als Nachweis der Einhaltung mit den in dieser Norm genannten Anforderungen aufbewahrt werden.

Die beschriebenen Prüfungen sind Typprüfungen.

Die Prüfungen müssen an jeder Produktfamilie des Relaisventils vorgenommen werden. Es ist nicht notwendig, die Prüfung an jeder Variante einer Produktfamilie vorzunehmen.

Die Diagramme zur Illustration der Texte dienen für Zwecke der Klarheit und entsprechen nicht in allen geforderten Einzelheiten (zum Beispiel im Maßstab) den tatsächlichen Leistungsanforderungen.

Vor der Typprüfung gemessen werden, müssen alle wesentlichen Druckwerte auf der Grundlage der maßgebenden Konstruktionsunterlagen für jeden einzelnen Ventiltyp festgelegt werden.

7.2 Typprüfung eines Einzelrelaisventils

7.2.1 Prüfstand für Einzelrelaisventile

Die Typprüfungen müssen an einem speziell konstruierten Prüfstand vorgenommen werden, so dass alle in dieser Norm vorgesehenen Prüfungen des Relaisventils erfüllt werden können.

Um nachzuweisen, dass das Relaisventil die Anforderungen von 5.2 erfüllt, muss ein Prüfstand nach Bild 4 verwendet werden. Diese oder eine ähnliche Prüfstandsanordnung kann sowohl für die Prüfung bei Umgebungstemperatur als auch bei Extremtemperaturen verwendet werden, wenn sie zusammen mit einer thermostatischen Ummantelung verwendet wird. Die Abmessungen und anderen Eigenschaften der

Prüfstandskomponenten müssen vorgegeben werden, um sicherzustellen, dass die Leistungsfähigkeit des Prüfstandes den in dieser Spezifikation genannten Anforderungen entspricht. Dies muss überprüft werden, damit ausgeschlossen wird, dass durch konstruktive Elemente die Ergebnisse beeinträchtigt wurden.

Ein Prüfstand muss folgendes beinhalten:

- a) Messinstrumente für die Messung folgender Drücke:
 - 1) Eingangsdruck(drücke);
 - 2) Ausgangsdruck(drücke) Bcp;
 - 3) Steuerdruck (Lsp/Lcp oder andere);
 - 4) Hilfsluftbehälterdruck (AR);
- b) ein Gerät zur Anpassung des Eingangs- und des Lastsignaldruckes mit einer Genauigkeit von mindestens $\pm 0,02$ bar.

Die auf dem Prüfstand verwendeten Messinstrumente müssen kalibriert sein und dürfen eine maximale Abweichung von 0,02 bar für die Druckmessung aufweisen. Drucktoleranzen werden, wo zutreffend, in den nachfolgenden Unterabschnitten in 7.2 angegeben.

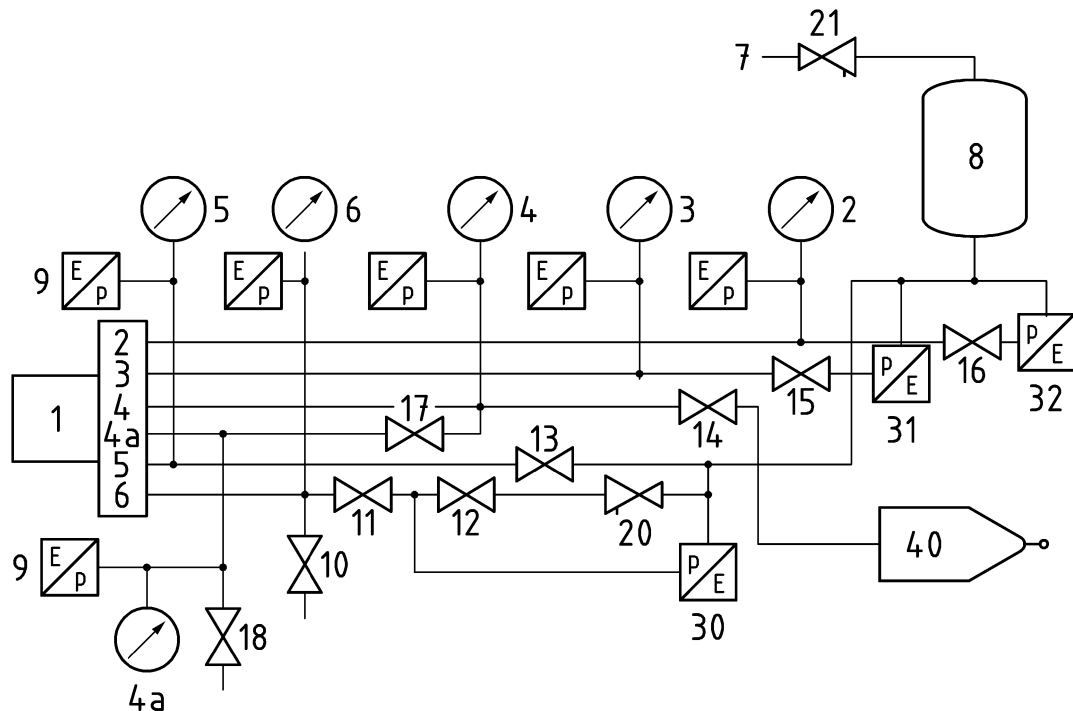
Es muss am Prüfstand möglich sein, das Bremszylindervolumen über den gesamten Bereich zu variieren, für den das Relaisventil bestimmt ist.

Zur Berechnung der Leckrate ist das Volumen zwischen Absperrhähnen und Relaisventil zu messen.

Das Rohrleitungsvolumen zwischen Luftabsperrhahn und Relaisventil einschließlich der Leitungen zu den Messinstrumenten, sowie die Messinstrumente selbst muss bekannt sein, damit die Undichtigkeiten berechnet werden können.

Die Hilfsluftbehälter müssen eine angemessene Größe im Verhältnis zum Ausgangsvolumen (Bremszylinder) besitzen mit der Möglichkeit, diese auf 5 bar bis 10 bar zu belüften.

Die Undichtigkeit des Prüfstandes darf in keinem abgetrennten Leitungs- oder Behältervolumen größer sein als 0,001 NI/min.



Legende

1	Relaisventil
2	Manometer/P/E-Wandler – erster Eingangsdruck
3	Manometer/P/E-Wandler – zweiter Eingangsdruck
4	Manometer/P/E-Wandler – Ausgangsdruck (<i>Bcp</i>)
4a	Manometer/P/E-Wandler – zweite Kammer (<i>Bcp</i> , Fall C2D)
5	Manometer/P/E-Wandler – Hilfsluftbehälterdruck (<i>AR</i>)
6	Manometer/P/E-Wandler – lastabhängiger Steuerungsdruck (<i>Lcp/Lsp</i>)
7	Luftversorgung
8	Hilfsluftbehälter
9	P/E-Wandler
10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	Absperrhahn
20, 21	Druckminderventil
30, 31, 32	E/P-Regler
40	Bremszylinder (variabler Kolbenhub)

Bild 4 — Prüfstand für Einzelrelaisventile

Der Druckregler zur Erzeugung des Eingangsdruckes, sowie des *Lsp*- oder *Lcp*-Drucks muss problemlos und kontinuierlich mit gesteuerten Gradienten arbeiten. Das Überspringen darf den Wert von 0,02 bar nicht überschreiten, siehe Bild 5.

Empfohlene Leitungsgrößen in Bezug auf die obigen Zahlen sind

- für 2 und 3: 10 mm Durchmesser und 1,0 mm Wandstärke,
- für 4 und 5: 19 mm Durchmesser und 1,5 mm Wandstärke,
- Für 6: 6 mm Durchmesser und 1,0 mm Wandstärke.

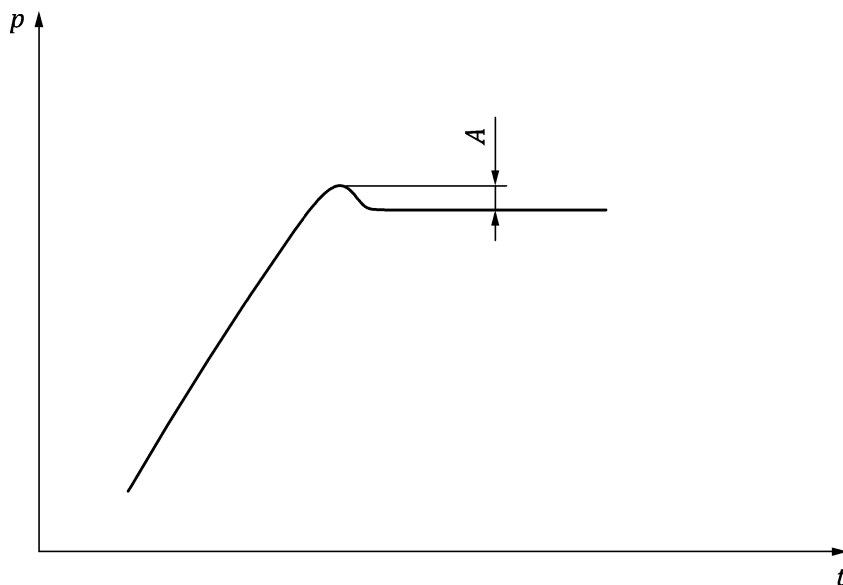


Bild 5 — Zulässige Überschwingweite „A“ $\leq 0,02$ bar bei der Einstellung des Eingangs- und des Laststeuerdruckes in Bezug auf die Zeit

7.2.2 Musternahme für Typprüfungen

Eine Musteranzahl von drei Relaisventilen muss aus der Produktion entnommen werden (siehe Tabelle 4).

7.2.3 Prüftemperatur und Luftqualität

Die nachfolgend beschriebenen Prüfungen, ausgenommen die Typprüfungen nach 7.2.4.15, müssen bei $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ durchgeführt werden. Die Versuche müssen bei einer Druckluftqualität von mindestens Klasse 3-4-4 oder besser, wie in ISO 8573-1:2010 vorgeschrieben, durchgeführt werden.

ANMERKUNG Klasse 3-4-4 nach ISO 8573-1:2010 entspricht Klasse 4-4-4 nach ISO 8573-1:2001.

7.2.4 Verfahren für Typprüfungen

7.2.4.1 Grundsätze der Typprüfung

Die Prüfungen mit der Musteranzahl von drei Relaisventilen müssen in der Reihenfolge, wie in Tabelle 4 dargestellt, durchgeführt werden. Die Prüfungen müssen, wie in Tabelle 5 dargestellt, auf die verschiedenen Relaisventiltypen angewandt werden.

Tabelle 4 — Musternahme

Unterabschnitt	Prüfung	Nr. des Ventilprüflings		
		1	2	3
7.2.4.2	Überprüfung der physikalischen und geometrischen Eigenschaften	x	x	x
7.2.4.3	Dichtheit	x	x	x
7.2.4.4	Umschalteigenschaften bei einem mehrstufigen Relaisventil (Typ B1 und B2)	x	x	x
7.2.4.5	Zusatzprüfung der Änderung des Übersetzungsverhältnisses zweistufiger Relaisventile während der Bremsbetätigung (Typ B1)	x	x	x
7.2.4.6	Zusatzprüfung für die Verhinderung der Änderung des Übersetzungsverhältnisses des Relaisventils während des Bremsvorganges (Typen B2, C1, C2 C1D, C2D und E)	x	x	x
7.2.4.7	Eigenschaften des Ausgangsdruckes, bezogen auf das Lcp-Signal eines kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventils (Typ C1, C2 und C1D, C2D)	x	x	x
7.2.4.8	Eigenschaften des Ausgangsdruckes, verglichen mit dem Eingangsdruck eines kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventils ohne geknickte Eigenschaften (Typ C1, C2, C1D, C2D)	x	x	x
7.2.4.9	Eigenschaften des Ausgangsdruckes, bezogen auf den Eingangsdruck, eines kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventils mit geknickter Eigenschaft (Typ E)	x	x	x
7.2.4.10	Eigenschaften bei einem kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventil, bei dem eine mehrstufige Funktion der kontinuierlichen Lastbremsfunktion überlagert ist (Typ C2 und Typ C2D)	x	x	x
7.2.4.11	Eigenschaften des Ausgangsdrucks, bezogen auf den Eingangsdruck eines Relaisventils mit einer oder mehreren festen Übersetzungen (Typen A, B1 und B2)	x	x	x
7.2.4.12	Empfindlichkeit	x	x	x
7.2.4.13	Zusatzprüfung bei Relaisventilen mit zwei oder mehr Eingangsdrücken (Typen AD, C1D und C2D)	x	x	x
7.2.4.14	Schwingungen und Stöße	—	—	x
7.2.4.15	Prüfungen bei verschiedenen Temperaturen	x	x	—
7.2.4.16	Zusammenarbeit zwischen einem Relaisventil und einem Steuerventil – Kombinationsprüfung	x	—	—

Tabelle 5 — Tabelle der Versuche, die bei jedem Relaisventiltyp durchzuführen sind

Prüfungs- Unterabschnitt	Technische Anforderung	Prüfung	anwendbar auf Relaisventiltypen (siehe 4.1.6)
7.2.4.2	5.8	Äußere Erscheinung	alle
7.2.4.3	5.2.12	Dichtheit	alle
7.2.4.4	5.2.2 5.2.3	Mindestausgangsdruck Genauigkeit des Ausgangsdruckes und des Umschaltens	B1, B2
7.2.4.5	5.2.5	Zusatzprüfung der Änderung des Übersetzungsverhältnisses zweistufiger Relaisventile während der Bremsbetätigung (Typ B1)	B1
7.2.4.6	5.2.6	Verhinderung der Änderung des Übersetzungsverhältnisses eines Relaisventils des Typs B2 und eines kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventils der Typen C1, C2, C1D, C2D, E während der Bremsbetätigung	B2, C1, C2, C1D, C2D, E
7.2.4.7	5.2.2 5.2.3	Mindestausgangsdruck Genauigkeit des Ausgangsdruckes und des Umschaltens	C1, C2, C1D, C2D
7.2.4.8	5.2.2 5.2.3 5.2.9	Mindestausgangsdruck Genauigkeit des Ausgangsdruckes und des Umschaltens Hysterese	C1, C2, C1D, C2D
7.2.4.9	5.2.2 5.2.3 5.2.7 5.2.9	Mindestausgangsdruck Genauigkeit des Ausgangsdruckes und des Umschaltens Geknickte Eigenschaften eines kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventils (Typ E) Hysterese	E
7.2.4.10	5.2.2 5.2.3 5.2.9	Mindestausgangsdruck Genauigkeit des Ausgangsdruckes und des Umschaltens Hysterese	C2, C2D
7.2.4.11	5.2.2 5.2.3 5.2.9	Mindestausgangsdruck Genauigkeit des Ausgangsdruckes und des Umschaltens Hysterese	A, AD, B1, B2
7.2.4.12	5.2.10	Empfindlichkeit	alle
7.2.4.13	5.2.3.4	Genauigkeit des Ausgangsdruckes eines Relaisventils, ausgelegt für zwei oder mehrere Eingangsdrücke (Typen AD, C1D und C2D)	AD, C1D, C2D
7.2.4.14	5.3	Schwingungen und Stöße	alle
7.2.4.15	5.4.2 5.2.12	Temperatur Dichtheit	alle
7.2.4.16	5.2.8	Zusammenarbeit zwischen Relaisventil und Steuerventil	alle

7.2.4.2 Überprüfung der physikalischen und geometrischen Eigenschaften

7.2.4.2.1 Prüfverfahren

Entsprechend der Konstruktionsdokumentation und den Zeichnungen muss die Maßgenauigkeit mittels genauer Messinstrumente und Formlehren überprüft werden. So können zum Beispiel Schraubverbindungen mit Gewinde- („GUT“/„AUSSCHUSS“)lehren nach EN ISO 228-2 kontrolliert werden. Die Außenoberflächen müssen auf scharfe Kanten und Ecken überprüft werden.

7.2.4.2.2 Annahme-/Ablehnungskriterien

Das Ergebnis ist zufrieden stellend, wenn alle vorgeschriebenen Merkmale erfüllt sind und keine scharfen Kanten oder Ecken an den Außenoberflächen vorhanden sind.

7.2.4.3 Dichtheit

7.2.4.3.1 Prüfverfahren

Bei der Prüfung sind die Vorschriften aus Abschnitt 5.2.12 (alle Arten von Relaisventilen) zu überprüfen.

Die folgenden Prüfungen sind auf dem in 7.2.1 dargestellten Prüfstand durchzuführen. Die Menge der Undichtigkeit ist in Nl/min anzugeben. Die Menge der Undichtigkeit muss anhand eines gemessenen Druckabfalls und eines bekannten Volumens innerhalb des Relaisventils und der Rohrleitung des Prüfstandes bis zum entsprechenden Absperrhahn berechnet werden.

Nachdem die Vorratsluft so geregelt wurde, dass sich ein anfänglicher Hilfsluftbehälterdruck von $(9 \pm 0,5)$ bar und, sofern zutreffend, ein L_{sp} - bzw. L_{cp} -Druck (sofern zutreffend) von $(4,5 \pm 0,1)$ gebildet hat, ist der Eingangsdruck auf $(3,8 \pm 0,1)$ bar zu erhöhen. Die Hähne 10 bis 18 werden geschlossen, gefolgt von einer Wartezeit von 30 s zur Stabilisierung.

Der Eingangsdruck, der Hilfsluftbehälterdruck, der Ausgangsdruck und der L_{sp} -/ L_{cp} -Druck werden aufgezeichnet. Nach Ablauf von 60 s zur Stabilisierung sind alle Drücke noch einmal aufzunehmen.

7.2.4.3.2 Annahme-/Ablehnungskriterien

- Die Undichtheit des Eingangsdruckes muss $\leq 0,001 \text{ Nl/min}$ betragen;
- Die Undichtheit des Hilfsluftbehälters (AR) muss $\leq 0,005 \text{ Nl/min}$ betragen;
- Die Undichtheit des Ausgangsdruckes und die L_{sp} -/ L_{cp} -Undichtigkeit müssen $\leq 0,003 \text{ Nl/min}$ betragen.

ANMERKUNG Die folgende Tabelle 6 zeigt Werte für Druckveränderungen, die bei einem Volumen von 0,1 l auftreten, wobei die Undichtigkeit in Nl/min (Normliter bei 0 bar, 20 °C) angegeben sind.

Tabelle 6 — Luftmenge der Undichtigkeit bezogen auf den Druckabfall (z. B. für ein Volumen von 0,1 l)

Druckverluste bei einem Volumen von 0,1 l innerhalb 1 min	Undichtheit Luftvolumen Nl/min
0,01	0,001
0,03	0,003
0,05	0,005

7.2.4.4 Umschalteigenschaften bei einem mehrstufigen Relaisventil (Typ B1 und Typ B2)

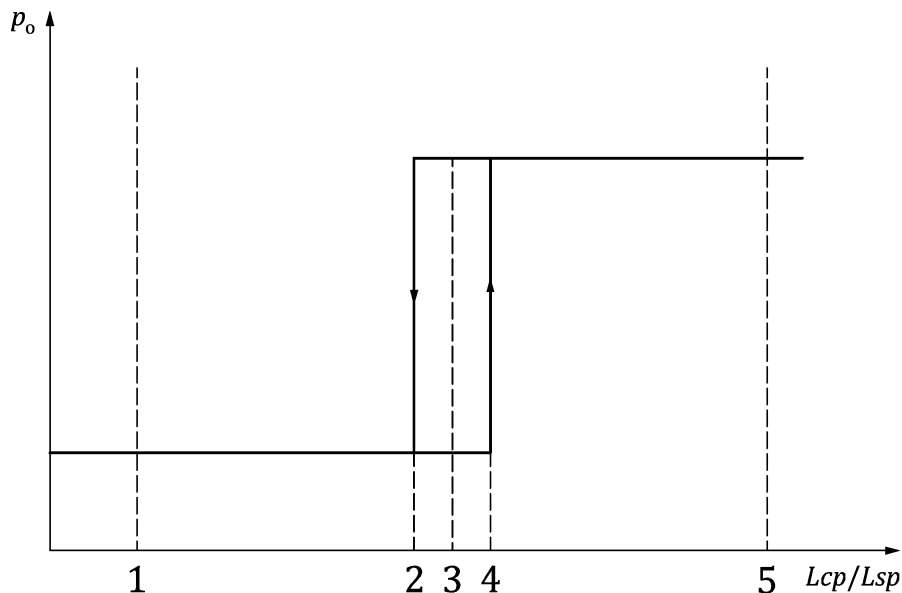
7.2.4.4.1 Prüfverfahren

Durch die Prüfung ist die Genauigkeit des Ausgangsdruckes sowie des Umschaltdruckes entsprechend 5.2.3.2 festzustellen.

Es müssen die Nennausgangsdrücke für den „Leer“- („niedrig“), den „Beladen“- („hoch“) und, falls zutreffend, die Zwischenlaststufen bei einem Eingangsnennndruck von $(3,8 \pm 0,02)$ bar geprüft werden.

Die L_{cp} -/ L_{sp} -Nennwerte und -toleranzen, die das Umschalten vom „Leer“- („niedrig“), vom Zwischen- (sofern zutreffend) zum „Beladen“- („hoch“) Zustand und umgekehrt bewirken, müssen anhand der jeweiligen Konstruktionsunterlagen festgelegt werden (sofern zutreffend). Diese Drücke können schwanken, abhängig davon, ob eine angelegte oder gelöste Bremse simuliert wird.

Bild 6 zeigt das Funktionsprinzip eines „Leer“/„Beladen“-Relaisventils mit einem internen Umschaltmechanismus, der auf ein analoges L_{cp} -/ L_{sp} -Signal reagiert.



Legende

- 1 „Leer“- („niedrig“) Zustand
- 2 niedriger L_{cp} -/ L_{sp} -Wert für den Umschaltzustand beladen auf leer („hoch“ auf „tief“)
- 3 Nennumschaltpunkt vom „Leer“- auf den „Beladen“- („tief“ auf „hoch“)-Zustand
- 4 hoher L_{cp} -/ L_{sp} -Wert für den Umschaltzustand von „leer“ auf „beladen“ („tief“ auf „hoch“)
- 5 „Beladen“- („hoch“)-Zustand

Für besondere Relaisventile ist es möglich, eine Eigenschaft zu haben, bei der $L_{cp}/L_{sp} 5$ der niedrige und $L_{cp}/L_{sp} 1$ der hohe Wert ist. Die Prüfung muss entsprechend angepasst werden.

Bild 6 — Eigenschaften des Ausgangsdruckes p_o , bezogen auf den Lasterfassungsdruck (Steuerung) L_{cp}/L_{sp} eines „Leer“/„Beladen“-Relaisventils

7.2.4.4.2 Prüfablauf

Der folgende Prüfablauf gilt für Relaisventile mit internem Umschaltmechanismus über ein L_{cp} -Signal oder mit einem Eingangsdrucksignal (L_{sp}) oder mit mechanischer Umschaltung.

Belüftung des Hilfsluftbehälters (AR) auf $(9 \pm 0,5)$ bar mit Hilfe des Prüfstandes 7.2.1 und Einstellung des Eingangsdrucks auf 0 bar (Manometer 2). Danach werden die nachfolgend genannten Prüfschritte vorgenommen.

- a) L_{cp}/L_{sp} auf 0 bar einstellen oder die mechanische Umschaltung in die leere Position stellen (je nachdem was zutrifft).
- b) Erhöhung des Eingangsdrucks auf $(3,8 \pm 0,02)$ bar für 3 s bis 5 s.
- c) Nach einer Wartezeit von 10 s bis zur Stabilisierung, Messung des Ausgangsdrucks für den „Leer“- („niedrig“) Zustand und Aufzeichnung.
- d) Absenkung des Eingangsdrucks auf 0 bar.
- e) L_{cp}/L_{sp} auf den höchsten Wert für die „leere“ bis „beladene“ („niedrig“ bis „hoch“) Umschaltbedingung erhöhen oder die mechanische Umschaltung in die beladene Position stellen (je nachdem was zutrifft).
- f) Erhöhung des Eingangsdrucks auf $(3,8 \pm 0,02)$ bar innerhalb von 3 s bis 5 s.
- g) Nach einer Wartezeit von 10 s bis zur Stabilisierung, Messung des Ausgangsdrucks für den „Beladenen“ („hoch“-) Zustand und Aufzeichnung.
- h) Absenkung des Eingangsdrucks auf 0 bar.
- i) L_{cp}/L_{sp} auf den niedrigen Wert für die „leere“ bis „beladene“ („hoch“ bis „niedrig“) Umschaltbedingung senken oder die mechanische Umschaltung in die „leere“ Position stellen (je nachdem was zutrifft).
- j) Erhöhung des Eingangsdrucks auf $(3,8 \pm 0,02)$ bar innerhalb von 3 s bis 5 s.
- k) Nach einer Wartezeit von 10 s für die Stabilisierung, Messung des Ausgangsdrucks für den „Leer“- („niedrig“) Zustand und Aufzeichnung.

Für besondere Relaisventile ist es möglich, eine Eigenschaft zu haben, bei der L_{cp}/L_{sp} 5 zum niedrigen und L_{cp}/L_{sp} 1 zum hohen Wert des Ausgangsdrucks führt. Der Prüfablauf muss entsprechend angepasst werden.

7.2.4.4.3 Annahme-/Ablehnungskriterien

Die gemessenen Ausgangsdruckwerte müssen den „leer“- („niedrig“-), „beladen“- („hoch“-) und den „leer“- („niedrig“) -Nennwerten mit Toleranzen von $\pm 0,1$ bar entsprechen, wenn das Übersetzungsverhältnis ≤ 1 und $\pm 0,15$ bar, wenn das Übersetzungsverhältnis > 1 ist.

7.2.4.5 Zusatzprüfung der Änderung des Übersetzungsverhältnisses zweistufiger Relaisventile während der Bremsbetätigung (Typ B1)

7.2.4.5.1 Prüfverfahren

Dieser Abschnitt ist nur dann anwendbar, wenn während des Bremsvorganges eine Änderung des Übersetzungsverhältnisses gefordert wird, wie in der technischen Anforderung in 5.2.5 festgelegt.

Das Prüfverfahren entspricht 7.2.4.4.1, das Steuersignal muss jedoch geändert werden, während der Eingangsdruck von $(3,8 \pm 0,02)$ bar unverändert bleibt.

7.2.4.5.2 Prüfablauf

Füllung des Hilfsluftbehälters auf einen Druck von $(9 \pm 0,5)$ bar mit Hilfe des Prüfstandes nach 7.2.1, Einstellung des Eingangsdrucks auf 0 bar und Ausführung der nachstehend genannten Prüfschritte.

- a) Mit einem Eingangsdruck von 0 bar beginnen.
- b) Steuersignal (L_{sp}/L_{cp}) auf $(0,40 \pm 0,05)$ bar einstellen.
- c) Erhöhung des Eingangsdrucks auf $(3,80 \pm 0,02)$ bar innerhalb von 3 s bis 5 s.
- d) Nach einer Wartezeit von 10 s für die Stabilisierung, Messung des Ausgangsdrucks für den „Leer“- oder „Niedrig“-Zustand.
- e) Das Steuersignal (L_{sp}/L_{cp}) auf einen Wert um 0,5 bar höher als der Nennumschaltpunkt vom „leeren“ auf den „beladenen“ oder den „niedrigen“ auf den „hohe“ Zustand erhöhen.
- f) Nach einer Wartezeit von 10 s bis zur Stabilisierung, Messung des Ausgangsdrucks für den „beladenen“ oder „hohen“ Zustand.
- g) Absenkung des L_{sp} -Drucks auf 0 bar.
- h) Nach einer Wartezeit von 10 s für die Stabilisierung, Messung des Ausgangsdrucks für den „Leer“- oder „Niedrig“-Zustand.

Für besondere Relaisventile ist es möglich, eine Eigenschaft zu haben, bei der L_{cp}/L_{sp} 5 zum niedrigen und L_{cp}/L_{sp} 1 zum hohen Wert des Ausgangsdrucks führt. Der Prüfablauf muss entsprechend angepasst werden.

7.2.4.5.3 Annahme-/Ablehnungskriterien

Die in den Stufen 4, 6 und 8 gemessenen Ausgangsdrücke müssen den beladenen oder hohen bzw. leeren oder niedrigen Werten innerhalb einer Toleranz von $\pm 0,10$ bar für Verhältnisse ≤ 1 entsprechen, bei Verhältnissen von > 1 muss die Toleranz $\pm 0,15$ bar betragen.

7.2.4.6 Zusatzprüfung für die Verhinderung der Änderung des Übersetzungsverhältnisses des Relaisventils während des Bremsvorganges (Typen B2, C1, C2 C1D, C2D und E)

7.2.4.6.1 Prüfverfahren

Dieser Abschnitt ist nur dann anwendbar, wenn eine Änderung des Übersetzungsverhältnisses des Relaisventils während des Bremsvorganges (z. B. kontinuierlich wirkende Lastabbremung), entsprechend der technischen Anforderung, nach 5.2.6 nicht zulässig ist.

Dieses Prüfverfahren entspricht 7.2.4.4.1, aber L_{sp}/L_{cp} ändert sich, während der Ausgangsdruck mit $(1,10 \pm 0,10)$ bar unverändert bleibt.

7.2.4.6.2 Prüfablauf

Füllung des Hilfsluftbehälters auf einen Druck von $(9 \pm 0,5)$ bar mit Hilfe des Prüfstandes nach 7.2.1, Einstellung des Eingangsdrucks auf 0 bar (Manometer 2) und Ausführung der nachstehend genannten Prüfschritte.

- 1) L_{sp} auf 0 bar oder L_{cp} auf seinen leeren Wert einstellen.
- 2) Erhöhung des Eingangsdrucks auf $(3,8 \pm 0,02)$ bar innerhalb von 3 s bis 5 s, bis ein Ausgangsdruck von $(1,1 \pm 0,1)$ bar erreicht ist.
- 3) Nach einer Wartezeit von 10 s bis zur Stabilisierung, Messung des Ausgangsdrucks.

Wenn der Ausgangsdruck kleiner als 1,0 bar bei einem Eingangsdruck von $(3,8 \pm 0,02)$ bar und das Lcp in „Leer“-Zustand ist, sollte der Lcp so erhöht werden, dass $(1,1 \pm 0,1)$ bar Ausgangsdruck erreicht werden kann und der Prüfablauf erneut gestartet wird.

- 4) Erhöhung des Lsp auf einen Wert, der den Nennumschaltpunkt vom „Leer“- auf den „Beladen“- („tief“ auf „hoch“)-Zustand um 0,5 bar überschreitet oder des Lcp auf einen Wert, der 0,5 bar höher ist als der „Leer“-Wert.

Wurde der Lcp auf einen Wert gesetzt, der höher als sein Leerzustand nach Listeneintrag 3) ist, sollte der Lcp um 0,5 bar erhöht werden.

- 5) Nach einer Wartezeit von 10 s bis zur Stabilisierung, Messung des Ausgangsdrucks.
- 6) Absenkung des Lsp auf einen Wert, der den Nennumschaltpunkt vom „Beladen“- zum „Leer“- („hoch“ auf „tief“)-Zustand um 0,5 bar unterschreitet oder Reduzierung des Lcp-Drucks um 0,5 bar auf den ursprünglichen Wert aus Schritt 4.
- 7) Nach einer Wartezeit von 10 s bis zur Stabilisierung, Messung des Ausgangsdrucks.
- 8) Absenkung des Eingangsdrucks auf 0 bar.
- 9) Regeln des Lsp/Lcp auf „Beladen“-Zustand.
- 10) Erhöhung des Eingangsdrucks auf $(3,8 \pm 0,02)$ bar innerhalb von 3 s bis 5 s, bis ein Ausgangsdruck von $(1,1 \pm 0,1)$ bar erreicht ist.
- 11) Nach einer Wartezeit von 10 s bis zur Stabilisierung, Messung des Ausgangsdrucks.
- 12) Absenkung des Lsp auf einen Wert, der den Nennumschaltpunkt vom „Beladen“- zum „Leer“- („hoch“ auf „tief“)-Zustand um 0,5 bar unterschreitet oder Reduzierung des Lcp-Drucks auf einen Wert, der 0,5 bar unter dem Wert aus Schritt 9 liegt.
- 13) Nach einer Wartezeit von 10 s bis zur Stabilisierung, Messung des Ausgangsdrucks.
- 14) Erhöhung des Lsp auf einen Wert, der den Nennumschaltpunkt vom „Leer“- auf den „Beladen“- („tief“ auf „hoch“)-Zustand um 0,5 bar überschreitet oder des Lcp auf einen Wert, der 0,5 bar höher ist als der Wert in Schritt 9) war.
- 15) Nach einer Wartezeit von 10 s bis zur Stabilisierung, Messung des Ausgangsdrucks.

7.2.4.6.3 Annahme-/Ablehnungskriterien

Die in den Schritten 3, 5, 7 gemessenen Ausgangsdrücke müssen innerhalb einer Toleranz von $\pm 0,1$ bar konstant bleiben und die in den Schritten 11, 13 und 15 gemessenen Ausgangsdrücke müssen innerhalb einer Toleranz von $\pm 0,1$ bar konstant bleiben. Es darf kein Umschalten erfolgen, obwohl sich der Lsp/Lcp-Druck geändert hat.

7.2.4.7 Eigenschaften des Ausgangsdruckes, bezogen auf das Lcp-Signal eines kontinuierlich wirkenden Lastbremsrelaisventils (Typen C1, C2 und C1D, C2D)

7.2.4.7.1 Prüfverfahren

Die Prüfung muss die Genauigkeit des Ausgangsdrucks in Übereinstimmung mit 5.2.2 und 5.2.3.1 und 5.2.3.5 belegen. Für die Typen C1D, C2D sind alle Prüfungen für jeden Eingangsdruckanschluss getrennt vorzunehmen.