

DIN SPEC 74102

ICS 43.040.60

Einsprüche bis 2014-10-08

**Straßenfahrzeuge –
R744-Klimaanlagen –
Verbindungstechnik;
Text Deutsch und Englisch**

Road vehicles –
R744-Air-conditioning systems –
Connection technology;
Text in German and English

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-08-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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 naaautomobil@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Automobiltechnik (NAAutomobil) im DIN, 10004 Berlin, Postfach 8 04 62 (Hausanschrift: Behrenstr. 35, 10117 Berlin).

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

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer Vornorm erstellt.

Gesamtumfang 55 Seiten

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole, Einheiten und Abkürzungen	5
4.1 Formelzeichen und Einheiten	5
4.2 Abkürzungen	5
5 Allgemeine Anforderungen	6
5.1 Lebensdauer	6
5.2 Lagerfähigkeit	6
6 Funktionsbeschreibung	6
7 Technische Anforderungen	6
7.1 Konstruktive Gestaltung	6
7.2 Anforderungen an Fertigung und Werkstoffe	9
8 Betriebsbedingungen	10
8.1 Umgebungsbedingungen	10
8.2 Temperaturen	10
8.3 Drücke	11
9 Prüfungen	12
9.1 Allgemeines	12
9.2 Funktionsprüfung	12
9.3 Statische Prüfungen	15
9.4 Dynamische Prüfungen	15
9.5 Medienbeständigkeit und chemische Anforderungen	19
10 Kettenprüfung	23
11 Serienprüfung	23
Anhang A (informativ) Ermittlung der Leckagerate	24
Anhang B (informativ) Betriebsgrenzen	25
Anhang C (informativ) Grenzwerte und Toleranzen der Anzugsmomente an der R744-VBT	27
Literaturhinweise	28

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitskreis NA 052-01-40 AA im Arbeitsausschuss „Kfz-Teile, Zubehör und Systeme“ des Normenausschusses Automobiltechnik (NA Automobil) erstellt.

Dieses Dokument gehört zur folgenden Gruppe von miteinander zusammenhängender Spezifikationen über „Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen“:

DIN SPEC 74102, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Verbindungstechnik*

DIN SPEC 74103, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Kältemittel-Kühlmedium-Hochdruck-Wärmetauscher*

DIN SPEC 74104, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Kondensator/Gaskühler*

DIN SPEC 74105, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Kältemittel R744*

DIN SPEC 74106, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen- Kältemittelleitungen und IWT in coaxialer Bauweise*

DIN SPEC 74107, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Expansionsventil (OTB)*

DIN SPEC 74108, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Akkumulator*

DIN SPEC 74109, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Befüllventil (Serviceport)*

DIN SPEC 74110, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Druckbegrenzungselement*

DIN SPEC 74111, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Akkumulator-Trockner-Filter-Modul*

DIN SPEC 74112, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Rückschlagventil*

DIN SPEC 74113, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Verdampfer*

DIN SPEC 74114, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Absperrventil*

DIN SPEC 74115, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Mechanischer Kältemittelverdichter*

DIN SPEC 74116, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Elektrischer Kältemittelverdichter*

DIN SPEC 74117, *Straßenfahrzeuge — R744-Klimaanlagen — Kombiniertes Druck- und Temperatursensor*

Einleitung

Zielsetzung der Spezifikationsreihe ist die Erstellung einer gemeinsamen und einheitlichen Anforderungsbeschreibung für R744 Klimaanlage für alle Pkw-Fahrzeugklassen der beteiligten Fahrzeughersteller unter Mitwirkung der Komponenten-Lieferanten, um mögliche Entwicklungsrisiken für diese neue Technologie einzugrenzen. Durch die Funktionsbeschreibung kann eine Ressourcen schonende Entwicklung angestoßen und so ein Einsatz der R744 Klimaanlage schon in den Erstanwendungen möglich werden.

Die Komponenten werden gleich oder ähnlich für die Fahrzeughersteller ausgeführt. Durch die Funktionsbeschreibung ergeben sich eindeutige Rahmenbedingungen für die Entwicklung und Qualifikation der Komponenten.

1 Anwendungsbereich

Diese DIN SPEC gilt für R744-Klimaanlagen und legt die Funktionen und Anforderungen aus Sicht der Fahrzeughersteller für die Güte, Festigkeit und Lebensdauer für die Verbindungstechnik der Leitungen, die in Kältekreislaufen mit dem Kältemittel R744 betrieben werden und die entsprechenden Prüfungen fest.

ANMERKUNG Die DIN SPEC erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit und ersetzt nicht die Entwicklungsverantwortung der Komponentenhersteller.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

DIN EN ISO 6270-2, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Beständigkeit gegen Feuchtigkeit*

DIN EN ISO 9227, *Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären*

DIN EN ISO 18279:2004-04, *Hartlöten — Unregelmäßigkeiten in hartgelöteten Verbindungen (ISO 18279:2003); Deutsche Fassung EN ISO 18279:2003*

ISO 554, *Standard Atmosphäre für Konditionierung und Prüfung*

ISO 16232-6, *Road vehicles — Cleanliness of components of fluid circuits — Part 6: Particle mass determination by gravimetric analysis*

ISO 13043:2011, *Road vehicles — Refrigerant systems used in mobile air conditioning systems (MAC) — Safety requirements*

SAE J639, *Sicherheitsstandard für Kompressionsklimaanlagen in Motorfahrzeugen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Berstdruck

innerer Druck in einem Bauteil, bei dem die Struktur beschädigt wird und eine Kältemittel-Leckage eintritt

4 Symbole, Einheiten und Abkürzungen

4.1 Formelzeichen und Einheiten

Alle verwendeten physikalischen Größen und Einheiten beziehen sich auf SI-Einheiten. Die angegebenen Drücke sind absolute Drücke.

4.2 Abkürzungen

AC	Klimaanlage
HD	Hochdruck
ND	Niederdruck
RT	Raumtemperatur
SWAAT	Salzwasser-Korrosionsprüfung
VBT	Verbindungstechnik

5 Allgemeine Anforderungen

5.1 Lebensdauer

Die Funktion des Bauteiles ist für eine mittlere Fahrzeuglebensdauer von mindestens 15 Jahren oder 300 000 km oder 8 000 Betriebsstunden zu gewährleisten.

5.2 Lagerfähigkeit

Die in dieser DIN SPEC für die VBT geforderten Eigenschaften sind bis 10 Jahre nach der Fertigung noch zu gewährleisten.

6 Funktionsbeschreibung

Mit VBT wird eine Baugruppe beschrieben, die im R744-Kältekreislauf Komponenten und Leitungen miteinander verbindet und typischerweise gleichermaßen auf der HD- wie auf der ND-Seite zum Einsatz kommt. Die Baugruppe besteht aus einem männlichen und einem weiblichen Verbindungsblock, den erforderlichen Verschraubungs- und Dichtelementen sowie den fest verbundenen Leitungsstücken, wie in Bild 1 dargestellt.

Teile dieser Baugruppe können in den Hauptkreislaufkomponenten wie beispielsweise Verdichter, Gaskühler oder Akkumulator integriert werden, wobei vorzugsweise der männliche Verbindungsblock auf der Leitungsseite und der weibliche Block auf der Komponentenseite angeordnet werden sollte.

Die technischen Anforderungen für die Anbindung der VBT an die Kältemittelleitung bzw. Komponente (z. B. Gaskühler) sind in der DIN SPEC der jeweiligen Komponente festgelegt.

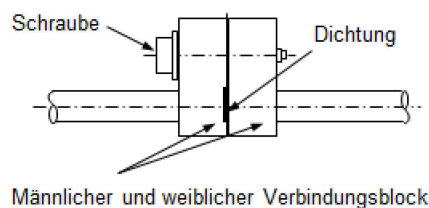


Bild 1 — Baugruppe VBT

7 Technische Anforderungen

7.1 Konstruktive Gestaltung

7.1.1 Allgemeines

Die Verbindungsblöcke können durch Löt-, Schweiß- oder eine andere gleichwertige Verbindung mit den starren Leitungen verbunden sein.

Als Auslegungspunkt für die mechanische Festigkeit der Komponente gelten die im Abschnitt 8 aufgeführten Drücke und Temperaturen.

Das Bauteil darf keine im Fahrzeuginnenraum hörbaren Geräusche verursachen. Alle im Fahrzeugbetrieb vorkommenden Kältemittelmassenströme und Betriebsbedingungen sind dabei zu berücksichtigen.

Die VBT muss so ausgelegt sein, dass beim Lösen der Schraubverbindung eine Druckentlastung erfolgt, um ein gefahrloses Öffnen auch bei nicht entleerter Klimaanlage sicherzustellen (siehe ISO 13043).

Für die konstruktive Gestaltung der VBT sind die nachfolgenden Abschnitte zu beachten.

7.1.2 Verbindungsblöcke (männlich und weiblich) und Verschraubung

Der bevorzugte Werkstoff ist einheitlich Aluminium; bei besonderen Anforderungen kann ein anderer Werkstoff verwendet werden.

Die Verbindungsteile für HD- und ND-Seite können bei den äußeren Abmessungen gleich gestaltet werden, allerdings ist eine Unterscheidung von HD- und ND-Seite (speziell am Verdampfer) durch die Gestaltung der Innenkontur und/oder Kodierstifte sicherzustellen. Tabelle 1 fasst die wesentlichen Merkmale von HD- und ND-Seite zusammen:

Tabelle 1 — Unterscheidungsmerkmale

Merkmale	HD-seitig	ND-seitig
Schraubengröße	M6×1	
Nominaldrehmoment	10 Nm	
Innendurchmesser Kältemittelleitung	4 mm – 6 mm	8 mm – 10 mm

Beim Zusammenführen von männlicher und weiblicher Seite darf kein Verkanten möglich sein, das zur Schädigung der Verbindungsblöcke oder des Dichtelements führt. Eine Drehmomentabstützung bzw. Montagehilfe durch ein Zusatzelement (z. B. Stift) ist nur zulässig, wenn dieses verliersicher angebracht und ohne Werkzeug nicht zu entfernen ist.

Die AC Leitung darf sich nicht gegenüber dem Verbindungsblock verdrehen.

Zwischen männlichem und weiblichem Verbindungsteil darf sich kein Schmutz ansammeln, der zu einer Funktionsbeeinträchtigung während des Betriebes oder bei Wartungsarbeiten führen kann.

Ein Vertauschen zwischen HD- und ND-Seite bzw. des Ein- und Ausgangs (Flussrichtung des Kältemittels) ist konstruktiv, z. B. durch Kodierstifte, zu verhindern.

Ein mindestens 10-maliges beschädigungsfreies Verschrauben und Lösen der VBT ist sicherzustellen (siehe ISO 13043). Es muss ein mindestens 3-maliges Verschrauben ohne Dichtungswechsel möglich sein.

7.1.3 Dichtelement

Alle Einzelteile der VBT, einschließlich der Dichtelemente, sind verliersicher auszuführen.

Die Leckagerate muss unter 0,5 g/a CO₂ liegen.

Die Dichtelemente müssen sich klar von ähnlichen Verbindungselementen wie z. B. Beilagscheiben unterscheiden, um Verwechslung und Falschverbau auszuschließen.

Verschleißteile, wie z. B. das Dichtelement, müssen ohne Spezialwerkzeug ausgetauscht werden können.

Das Dichtelement sowie weitere Bauteile zwischen männlicher und weiblicher Seite dürfen weder beim Zusammenführen der VBT in der industriellen Praxis noch im zusammengebauten Zustand beschädigt werden.

Das Dichtelement darf nur im Servicefall ausgetauscht werden, während für die Produktion das 3-malige Öffnen und Schließen der Verbindung ohne Wechsel des Dichtelementes sicherzustellen ist.

ANMERKUNG Für die Serienprüfung ist ggf. ein spezielles Dichtelement bzw. ein spezielles Hilfswerkzeug für die abzuprüfenden Verbindungskontur (männlich bzw. weiblich) zu entwickeln, das entsprechend den Anforderungen der Serienprüfung ausreichend hohe Standzeiten erreicht. Bei Einsatz eines solchen Hilfswerkzeuges muss ggf. eine alternative (z. B. optische) Methode zur Überprüfung der Dichtflächen der VBT am Fertigteil angewendet werden, um die Qualitätsanforderungen zu erfüllen

7.1.4 Leitungsanbindung

Entsprechend der heutigen vielfältigen Ausführungsformen sind am männlichen Verbindungsstück neben der standardisierten Längs- und Queranbindung der Leitungen auch winklige Leitungsanbindungen zu ermöglichen, während am weiblichen Verbindungsstück die Längsanbindung bevorzugt wird und alle anderen Anbindungen als Sonderlösung zu betrachten sind.

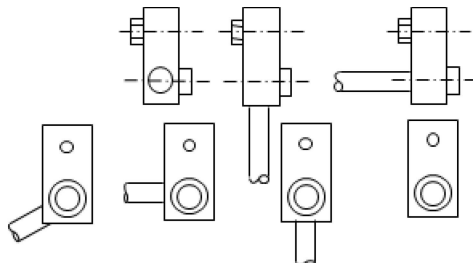


Bild 2 — Beispiele für mögliche Leitungsanbindungen am männlichen Block

7.1.5 Einbindung weiterer Bauteile / Komponenten

Neben der in dieser Funktionsbeschreibung beschriebenen Standard-VBT sind auch Doppelverbindungen (z. B. am Verdichter) zu berücksichtigen. Die Eigenschaften der Standard-VBT sind hierfür sinngemäß zu übernehmen.

7.1.6 Querschnittsverengung

Bei der Einbindung der Verbindungsblöcke in die jeweilige Kältemittelleitung ist darauf zu achten, dass die VBT keine negativen Einflüsse auf die Strömungsquerschnitte hat. Durch extreme Überhänge können Querschnittsverengungen und somit Druckverluste und/oder Geräusche verursacht werden.

Die durch die äußere Verformung hervorgerufene Verengung des Rohrquerschnittes darf höchstens 15 % des Ausgangsquerschnittes betragen. Die maximal zulässigen Werte für die Durchmesser einschnürung sind in der Tabelle 2 festgelegt.

Tabelle 2 — Querschnittsverengung

Nennweite (mm)	Maximaler Außendurchmesser (mm)	Maximale Einschnürung auf Durchmesser (mm)	Zulässige Länge der Einschnürung (mm)
HD-Leitung			
4	7	3,4	3
6	10	5,1	5
ND-Leitung			
8	11	6,8	7
9	12	7,5	8
10	13	8,5	9

7.1.7 Anzugsmomente

Die zulässigen Anzugsmomente der Schraubverbindungen sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Eine Überschreitung des zulässigen Anzugsmoments auf 15 Nm, darf zu keiner Schädigung der VBT führen, die eine Wiederverwendbarkeit ausschließt. Eine mögliche Überschreitung der Materialstreckgrenzen ist hierbei zu berücksichtigen.

Tabelle 3 — Anzugsmomente

Anzugsdrehmoment	Nm
min.	$8,5 \pm 0,5$
nom.	$10 \pm 0,5$
max.	$11,5 \pm 0,5$

ANMERKUNG Die geforderten Anzugsmomente ergeben sich aus den Verschraubungsbedingungen in der Produktion und im Servicefall. Erläuterungen siehe Anhang C.

7.1.8 Füge- und Abzugskräfte

Sowohl die Kräfte beim Zusammenfügen der Verbindungsblöcke als auch beim Abziehen des männlichen vom weiblichen Verbindungsblock dürfen bei unverspannten Leitungen und Bauteilen nicht mehr als 60 N betragen.

Die Füge- und Abzugskräfte sind, analog zu elektrischen Steckverbindern, bei einer Prüfgeschwindigkeit von 50 mm/min zu ermitteln.

7.2 Anforderungen an Fertigung und Werkstoffe

7.2.1 Werkstoffe

Die VBT muss gegenüber den vom Hersteller fahrzeugseitig verwendeten Betriebsstoffen (z. B. Motoröl, Getriebeöl, Bremsflüssigkeit) resistent sein.

Das Gleiche gilt für Kältemittelmaschinenöl und der Kombination des Kältemittelmaschinenöles mit dem Kältemittel.

Zum Einsatz kommende Werkstoffe dürfen zu keinem Zeitpunkt über der gesamten Lebensdauer der Komponente gesundheitsgefährdende oder -schädliche Auswirkungen auf den Menschen und die Umwelt haben. Die aktuellen Umweltnormen und gesetzlichen Bestimmungen, wie z. B. die Altautoverordnung, müssen dabei berücksichtigt werden.

7.2.2 Fertigungsanforderungen

Alle Lötverfahren sind so auszulegen, dass ein nachträglicher Einfluss korrosiver Medien (z. B. Flussmittel) ausgeschlossen ist.

Für die Fertigungsgüte der Lötverbindung gelten die in DIN EN ISO 18279 festgelegten Anforderungen für Unregelmäßigkeiten. Es gilt die Bewertungsgruppe B nach DIN EN ISO 18279:2004-04, Tabelle B.2, falls in der Bauteilzeichnung keine hiervon abweichenden Festlegungen getroffen werden.

Flussmitteleinschlüsse dürfen keinen Kontakt zum Leitungsquerschnitt bzw. zur Umgebung haben. Die Einlöttiefe muss bei den Anschlussarmaturen mindestens 5 mm betragen.

Neben Lötverbindungen sind auch Schweißverbindungen zur Anbindung der VBT an die starre Rohrleitung zulässig, für die sinngemäß die gleichen Qualitätsanforderungen, wie für die Lötverbindungen gelten.

Die Gasdichtigkeit ist bei der Anbindung der VBT an die starre Rohrleitung sicherzustellen.

Alle Befestigungselemente müssen gegen Lösen gesichert und gegen Kontaktkorrosion geschützt sein.

7.2.3 Innere Reinheit

Die inneren Oberflächen der VBT dürfen keine Fertigungsrückstände (z. B. Fluss- und Trennmittel) aufweisen, die während des Betriebes vom R744 oder des jeweils freigegebenen Kältemittelmaschinenöls abgelöst werden könnten und somit zur Verschmutzung des Kältekreislaufes führen.

Eine Spezifikation der inneren Reinheit erfolgt nur für die Einzelkomponenten (z. B. Leitung, Gaskühler) des R744-Kältekreislaufes, nicht aber separat für die VBT.

Die Grenzwerte für zulässige Partikelgrößen sowie über ausschwemmbar feste und lösliche Rückstände werden durch die DIN SPEC der jeweils zutreffenden Komponente des Kältekreislaufes vorgegeben und sollen bei Bedarf dort entnommen werden, falls erforderlich.

Die Bestimmung der löslichen und unlöslichen Verunreinigungen ist nach ISO 16232-6 durchzuführen.

8 Betriebsbedingungen

8.1 Umgebungsbedingungen

Die VBT wird in der Regel im Motorraum und/oder am Fahrzeugunterboden verbaut.

Die VBT wird in Kraftfahrzeugklimaanlagen eingesetzt, die mit R744 betrieben werden. Die mit Kältemittel in Verbindung kommenden Materialien müssen R744 langzeitauglich sein.

Alle Bauteile müssen über die gesamte Lebensdauer gegen alle äußeren Einflüsse beständig sein.

ANMERKUNG Die VBT ist im Fahrbetrieb Spritzwasser und in der Werkstatt bei Motorwäsche dem Hochdruckwasserstrahl eines Dampfstrahlers ausgesetzt. Weitere Einflüsse können z.B. durch Öl, Staub und Salz entstehen.

Für die Auslegung der Bauteile müssen die Belastungen im Motorraum durch Temperatur (Motorwärmeabstrahlung), Witterung (Salzbelastung/Winter) und vergleichbare Faktoren berücksichtigt werden. Dabei darf die Lebensdauer nicht beeinträchtigt werden. Entsprechendes gilt für mechanische Belastungen (Rüttelstrecke), die auf das Bauteil einwirken können.

8.2 Temperaturen

Für den Betrieb der VBT muss zwischen der inneren Kältemitteltemperatur und der äußeren Umgebungstemperatur unterschieden werden (siehe Tabelle 4). Speziell bei der Gasdichtigkeitsprüfung werden die Kältemitteltemperaturen angesetzt.

Tabelle 4 — Betriebs- und Umgebungstemperaturen

		bei Betrieb (AC ein) °C	ohne Betrieb (AC aus) °C
Umgebungstemperatur (Luft)	Heißgasleitungen	–5 bis 125 Kurzzeitbelastung ^a 150	–40 bis 125 Kurzzeitbelastung ^a 150
	Sonstige Leitungen	–5 bis 120	–40 bis 120
Betriebstemperatur (Kältemittel)	Heißgasleitungen	–5 bis 165 Kurzzeitbelastung ^a 180	n/a
	Sonstige Leitungen	–5 bis 80	

^a Für maximal 5 min je Fahrt, insgesamt 168 h über das Fahrzeugleben.

8.3 Drücke

8.3.1 Stillstands- und Betriebsdrücke

Die VBT wird den Drücken nach Tabelle 5 ausgesetzt, die sich aus den Betriebsdrücken (siehe Anlage B) herleiten.

Tabelle 5 — Drücke

	HD-Seite	ND-Seite
maximaler Druck, MPa (max. Öffnungsdruck Druckentlastungseinrichtung)	17	13
maximaler zulässiger Druck, MPa	16	12
maximaler Betriebsdruck / Ruhedruck, MPa	14	9,5
minimaler Betriebsdruck, MPa	3	3

ANMERKUNG Es werden bei der VBT nur die Lastfälle „HD heiß“ (Heißgasleitung) und „HD“ (übrige Leitungen im Kältekreislauf) unterschieden. Entsprechend ergeben sich die geforderten Prüfwerte.

8.3.2 Berstdrücke

8.3.2.1 Allgemeines

Bei einheitlicher VBT im Kältekreislauf müssen nur die für die Heißgasseite angegebenen Werte geprüft werden.

8.3.2.2 Neuzustand

Die VBT ist mit dem Doppelten des maximal zulässigen Drucks abzuprüfen, bei der Heißgasleitung erfolgt dies bei der maximal auftretenden Betriebstemperatur:

Tabelle 6 — Prüfdrücke im Neuzustand

Bauteil	Prüfdruck MPa	Prüftemperatur °C
Heißgasleitung	34	180
Sonstige Leitungen	34	RT (23 ± 2)

8.3.2.3 Alterung

Werkstoffe, die Alterung durch Druck- oder Temperaturwechsel zeigen, müssen entsprechend SAE-Norm J 639 nach der Alterung Berstdrücke erreichen, die bei maximaler Betriebstemperatur noch mindestens das 1,5-fache der maximal zulässigen Drücke betragen. Dies trifft nur auf der Heißgasseite zu, sofern Werkstoffe Verwendung finden, die bei hohen Temperaturen zum „kriechen“ neigen (z. B. Al-Legierungen). Sofern solche Materialien zum Einsatz kommen, sind die Bauteile mit der in Abschnitt 10 beschriebenen Kettenprüfung künstlich zu altern und anschließend mit dem in Tabelle 7 angegebenen Werten der Berstdruckprüfung zu unterziehen.

Tabelle 7 — Prüfdrücke für gealterte Bauteile auf der Heißgasseite

Bauteil	Prüfdruck MPa	Prüftemperatur °C
Heißgasleitung	25,5	180

8.3.3 Prüfdrücke für Serienprüfung

Die Serienprüfung der VBT erfolgt zusammen mit der zu prüfenden Komponente (z. B. Leitung, Gaskühler) des Kältekreislaufes. Die Prüfbedingungen und die Durchführung der Serienprüfung sind in der DIN-SPEC der jeweiligen Komponente aufgeführt.

9 Prüfungen

9.1 Allgemeines

Falls nicht in den jeweiligen Prüfbedingungen anders angegeben, sind die Verbindungen mit dem nominalen Anzugsmoment nach Tabelle 3 zu verschrauben und die Prüfungen bei RT nach ISO 554 durchzuführen. Werden andere Anzugsmomente vorgeschrieben, sind diese ebenfalls mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5$ Nm einzuhalten.

Alle folgenden Prüfungen sind mit mindestens je drei Leitungsverbindern der Toleranzgruppen 1 und 2 durchzuführen. Es sind je drei Verbindungen mit folgenden Eigenschaften auszuwählen, bzw. anzufertigen:

Gruppe 1:

Verbindungsblöcke an der unteren Toleranzgrenze der Zeichnung plus Dichtelement an der oberen Zeichnungstoleranzgrenze (= höchste Dichtungskompression).

Gruppe 2:

Verbindungsblöcke an der oberen Toleranzgrenze der Zeichnung plus Dichtelement an der unteren Zeichnungstoleranzgrenze (= geringste Dichtungskompression).

Die im Folgenden beschriebenen Prüfungen sind mit diesen sechs VBT-Mustern durchzuführen. Endet eine Testreihe mit der Zerstörung der Prüfmuster (z. B. Berstdruckprüfung), sind weitere sechs Teile entsprechend der o.a. Vorgehensweise auszuwählen.

Liegt bei einer Prüfung ein Prüfergebnis außerhalb des geforderten Grenzwertes, ist diese Prüfung mit der doppelten Anzahl von Prüflingen zu wiederholen.

9.2 Funktionsprüfung

9.2.1 Gasdichtheit

9.2.1.1 Allgemeines

Die Dichtheitsanforderungen an die VBT für R744 beträgt $\leq 0,5$ g/a CO₂ bei einer Belastung entsprechend den Lastkollektiven „HD heiß“ bzw. „HD“ in den Tabellen 8 und 9.

Das Lastkollektiv „HD heiß“ aus Tabelle 8 kommt für alle Leitungsverbinder an der Heißgasleitung (Verdichter-austritt bis Gaskühlereintritt) zur Anwendung.

Das Lastkollektiv „HD“ aus Tabelle 9 ist für alle übrigen Leitungsverbinder anzuwenden:

Bei einheitlicher VBT im Kältekreislauf müssen nur die für die Heißgasseite angegebenen Werte des Lastkollektivs „HD heiß“ abgeprüft werden.

9.2.1.2 Gasdichtheitsprüfung

Die VBT ist mit starren Leitungen zu versehen und mit dem minimalen Anzugsmoment nach Tabelle 3 zu verschrauben. Jeder der drei Prüflinge einer Toleranzgruppe (siehe 9.1) ist mit R744 zu befüllen und einzeln zu messen.

Tabelle 8 — Statisches Lastkollektiv für die HDseite „HD heiß“

Nr.	Lastzustand:	spez. Füllmenge kg/m ³	Temperatur (<i>t</i>) °C	resultierender Druck <i>p</i> MPa	Gewichtung %
1	Stillstand –30 °C	250	–30	1,43	4
2	Stillstand 0 °C	250	0	3,5	16
3	Stillstand 30 °C	250	30	6,9	70
4	Nachheizung	185	100	9,9	5
5	Fahrzustand	185	130	11,4	4
6	Leerlauf	185	165	13	1

Vor dem Beginn der Messung sind, abhängig von der verwendeten Dichtungstechnik, folgende Haltezeiten einzuhalten:

- Bei metallischen Dichtungen mindestens 1 h nachdem der Prüfaufbau die geforderten Prüfbedingungen erreicht hat.
- Bei nichtmetallischen Dichtungen ist jeder Lastzustand solange zu halten, bis sich über 2 Zeitintervalle von einer Stunde ein Beharrungszustand der Leckagerate (< 10 % Abweichung) einstellt, mindestens jedoch 48 h.

Die Leckagebestimmung hat in einer entsprechend evakuierten Anlage oder Spülgas-Anlage zu erfolgen. Die Bestimmung der R744-Leckagerate erfolgt mit einem dem Stand der Technik entsprechenden und zur Bestimmung von Gasmolekülströmen geeigneten Messgerät, wie z. B. Massen- oder Infrarotspektrometern oder Gaschromatographen.

Tabelle 9 — Statisches Lastkollektiv für die HD-Seite

Nr.	Lastzustand	spez. Füllmenge kg/m ³	Temperatur (<i>t</i>) °C	resultierender Druck <i>p</i> MPa	Gewichtung %
1	Stillstand –30 °C	250	–30	1,43	4
2	Stillstand 0 °C	250	0	3,5	16
3	Stillstand 30 °C	250	30	6,9	70
4	Fahrzustand	250	40	7,7	4
5	Leerlauf	250	60	9,3	1
6	Nachheizung	95	100	5,8	5

9.2.1.3 Akzeptanz der Prüfergebnisse

Die mittlere Leckagerate ist je Prüfmuster wie folgt zu ermitteln:

$$VR_{\underline{m}} = \sum_{i=1}^n VR_i \cdot Gew_i$$

Dabei ist

$VR_{\underline{m}}$ die Mittlere Leckagerate des Prüflings;

VR_i die Leckagerate des Prüflings bei dem jeweiligen Lastzustand;

i der Lastpunkt;

n die Anzahl der Lastpunkte;

Gew_i der Gewichtungsfaktor des jeweiligen Lastzustands.

Die so ermittelte mittlere Leckagerate je Prüfling darf 0,5 g/a CO₂ nicht überschreiten.

9.2.2 Verkürzte Gasdichtheitsprüfung

Die wiederholte Prüfung der Gasdichtheit nach Einzel- oder Kettenprüfungen beschränkt sich auf jeweils einen Lastpunkt abhängig vom verwendeten Lastkollektiv (siehe 9.2.1):

Tabelle 10 — Prüfbedingungen für verkürzte Gasdichtheitsprüfung

Lastkollektiv	Lastzustand	Spezifische Füllmenge (R744) kg/m ³	Temperatur °C	Resultierender Druck MPa
HD, heiß	Nr. 6, Leerlauf	185	165	13

Die mittlere Leckagerate aller Prüflinge innerhalb einer Toleranzgruppe ist am jeweiligen Lastzustand wie folgt zu ermitteln, wobei die Messergebnisse von 9.2.1 am jeweiligen Lastzustand einzusetzen sind:

$$VR_{\underline{m}} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{i=1}^n VR_i$$

Dabei ist

$VR_{\underline{m}}$ die Mittlere Leckagerate der Prüflinge beim gewählten Lastzustand;

VR_i die Leckagerate des Prüflings bei dem jeweiligen Lastzustand;

i der Lastpunkt;

z die Anzahl der Prüflinge.

Die so ermittelte Leckagerate wird als Grundleckage definiert. Dieser Wert darf bei sämtlichen folgenden verkürzten Gasdichtheitsprüfungen um maximal 20 % überschritten werden.

Der Prüfaufbau und die Durchführung der Prüfung sind identisch mit der Gasdichtheitsprüfung (siehe 9.2.1). Als Prüfmedium für diese Prüfung kann R744 oder Helium verwendet werden. Die Umrechnung der Leckagerate zwischen Helium und R744 ist in Anhang A (informativ) erläutert.

Wenn eine einheitliche VBT im Kältekreislauf benutzt wird, muss nur der Lastfall Nr. 6, „Leerlauf“ der Tabelle 6, „HD heiß“ geprüft werden.

9.3 Statische Prüfungen

9.3.1 Verdrehbarkeit

Die mit der VBT verbundenen Leitungen müssen konstruktionsbedingt gegen Verdrehbarkeit zur VBT geschützt sein, d. h. das Verdrehmoment muss nach allen Prüfungen noch mindestens dem Torsionsmoment der Leitung entsprechen (siehe DIN SPEC 74106), höchstens aber 10 Nm betragen.

Erfolgt die Anbindung der VBT an die Leitung durch Löten oder Schweißen ist ein Verdrehmomentnachweis nicht nötig.

9.3.2 Zugprüfung

Dazu wird die VBT an einer starren Leitung in einer geeigneten Prüfmaschine einer zunehmenden Zugbelastung mit einer maximalen Anstiegsgeschwindigkeit von 300 N/s ausgesetzt.

Die VBT muss mindestens den höchsten für R744-Kältemittelschläuche definierten Zugkräften von 2 500 N ohne Versagen widerstehen.

Danach ist die verkürzte Gasdichtheitsprüfung nach 9.2.2 durchzuführen.

Abschließend wird die VBT an der starren Leitung erneut in die Prüfmaschine eingespannt, bis es zu einem Bruch kommt. Die Zugkraft ist bis zum Versagen der VBT aufzubringen.

Der Zugkraftverlauf ist in einem Kraft-Weg-Diagramm (N/mm) zu dokumentieren.

9.3.3 Wiederholtes Verschrauben

Die VBT ist mit dem maximalen Drehmoment nach 7.1.7 zu verschrauben und mit R744 mit einem Druck von 14 MPa zu beaufschlagen. Nach einer Wartezeit von mindestens 60 min ist der Druck abzulassen und die Verbindung vollständig auseinander zu bauen. Dieser Vorgang ist mindestens 3-mal zu wiederholen, wobei das Dichtelement nicht gewechselt werden darf.

Danach ist die Verbindung mit dem minimalen Drehmoment nach 7.1.7 zu verschrauben und eine verkürzte Gasdichtheitsprüfung nach 9.2.2 durchzuführen. Alle Teile der VBT sind während der Prüfung unverändert wieder zu verwenden.

9.4 Dynamische Prüfungen

9.4.1 Allgemeines

Falls möglich, sollten die dynamischen Prüfungen der VBT in Verbindung mit den Kältemittelleitungen (siehe DIN SPEC 74106) erfolgen, die zur Verwendung mit der zu prüfenden VBT vorgesehen und auch entsprechend angebunden sind.

Die zu prüfende Leitung wird beidseitig mit männlichen Verbindungsblöcken der zu prüfenden VBT versehen, die prüfstandseitig durch die entsprechenden weiblichen Verbindungsblöcke zu befestigen sind. Soll die VBT separat von der Leitung geprüft werden, sind folgende Prüfmuster zu verwenden:

Je drei Prüflinge der Gruppe 1 und der Gruppe 2 (siehe 9.1) sind mit Rohrleitungen zu verbinden, wobei das Verbindungsverfahren (z. B. löten) und die Rohrleitung (Material und Abmessungen) der späteren Serienlösung entsprechen muss. Beidseitig der VBT sollte die Rohrleitung etwa 300 mm lang sein.

9.4.2 Unterdruckfestigkeit

Die Verbindungsstelle ist bei RT nach ISO 554 mit einem Unterdruck von $\leq 0,5$ kPa absolut zu beaufschlagen. Innerhalb von 5 Minuten darf der Druck nicht ansteigen. Nach 30 Minuten darf der zulässige Druckanstieg max. 0,5 kPa (= 1 kPa Gesamtdruck) betragen.

Bei dieser Prüfung bzw. durch diese Prüfung darf keine vorübergehende oder bleibende funktionsbeeinträchtigende Verformung oder Leckage eintreten.

Die Prüfung ist insgesamt drei Mal mit demselben Prüfling durchzuführen. Anschließend ist die verkürzte Gasdichtheitsprüfung nach 9.2.2 durchzuführen.

9.4.3 Berstdruckprüfung

Die Berstdruckprüfung muss bei den höchsten im System vorkommenden Drücken und Temperaturen durchgeführt werden. Die zu überprüfenden Mindestwerte für neue und gealterte Bauteile sind in den Tabellen 6 und 7 angegeben.

Zur Simulation der Alterung wird die VBT auf der Heißgasseite den Betriebsbedingungen eines typischen Fahrzeuglebens wie Temperaturwechsel, Druckwechsel und Korrosion ausgesetzt (siehe 8.3.2.3). Dieser Alterungsprozess wird durch eine Kettenprüfung nach Abschnitt 10 simuliert, die vor der Berstdruckprüfung für gealterte Bauteile durchzuführen ist.

Prüfablauf:

Die VBT wird mit einer Rohrleitung versehen und mit einem Prüfmedium (Hydraulik- oder Kältemaschinenöl) ohne Lufteinschlüsse gefüllt.

Abhängig vom Einbauort im Kältekreislauf sind die in 8.3.2 geforderten Prüfdrücke bei den angegebenen Prüftemperaturen zu erreichen.

Der Druckaufbau erfolgt zunächst gleichmäßig mit maximal 1,0 MPa/s bis zu 50 % des Prüfdrucksollwertes und anschließend mit 0,1 MPa/s bis zum Prüfdruck.

Die komplette Kältemittelleitung muss dem Prüfdruck für 1 min ohne Austreten des Prüfmediums standhalten.

Anschließend ist der Druck mit 0,1 MPa/s bis zum Versagen zu erhöhen. Die Versagensart der Komponente sowie der Berstdruck sind zu dokumentieren. Bei Versagen der Kältemittelverbindung dürfen sich keine Teile lösen (umher fliegende Teile).

9.4.4 Impulsprüfung mit Temperaturwechsel

9.4.4.1 Allgemeines

Aufgrund der im Betrieb auftretenden hohen Drucklagen bei gleichzeitig hohen Temperaturen sind für die VBT besondere Impulsprüfungen erforderlich. Dabei wird dem Impulsdruckzyklus ein Temperaturwechsel überlagert. Bild 4 zeigt den Druckverlauf der Impulsprüfungen, der bei allen Leitungsverbindern einheitlich ist. Neben den oberen und unteren Drucklagen sind die zeitlichen Grenzen für Druckanstieg und Druckabfall sowie die jeweiligen Haltedauern auf dem unteren und oberen Druckniveau festgelegt.

9.4.4.2 Prüfaufbau

Je drei Prüflinge der Gruppe 1 und der Gruppe 2 (siehe 9.1) sind mit Rohrleitungen zu verbinden, wobei das Verbindungsverfahren (z. B. löten) und die Rohrleitung (Material und Abmessungen) der späteren Serienlösung entsprechen muss. Beidseitig der VBT muss die Rohrleitung bis zur Einspannung mindestens

300 mm lang sein. Beide Rohrleitungsenden sind an eine Hydraulikpumpe anzuschließen (siehe Bild 3). Als Prüfmedium muss das jeweils zugelassene Kältemittelmaschinenöl verwendet werden.

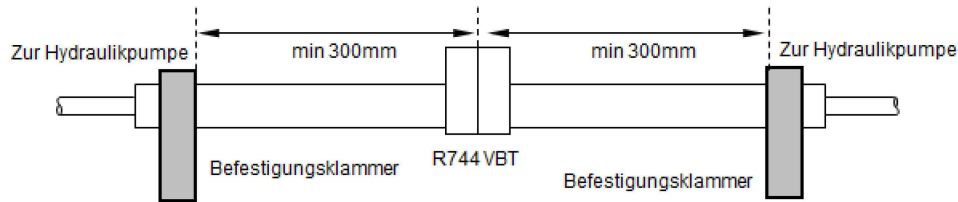


Bild 3 — Prüfaufbau Impulsprüfung

9.4.4.3 Prüfablauf

Die oberen Impulsdruckwerte betragen jeweils 17 MPa, wobei eine Grenzabweichung von $\pm 5\%$ zulässig ist, sodass, wie in Bild 4 dargestellt, der Toleranzbereich zwischen 16,15 MPa und 17,85 MPa liegt.

Die Prüflinge werden mit Druckimpulsen zwischen 5 MPa und 14,45 MPa beaufschlagt. Folgende Zeiten sind dabei einzuhalten:

- Druckerstiegszeit: $(0,2 \pm 0,05)$ s bis zum Erreichen von 85 % des oberen Impulsdruckwertes
- Einschwingzeit $(0,4 \pm 0,05)$ s für Druckerstieg vom 85 %-Wert bis zum oberen Impulsdruckwert
- Druckhaltezeit min./max.: $(1,4 \pm 0,1)$ s
- Druckabfallzeit: $(0,2 \pm 0,05)$ s für Druckabfall vom oberen Impulsdruckwert bis auf den 15 %-Wert
- Die Mindestlastwechselzahl beträgt 150 000.

Darüber überlagert sind, in Abhängigkeit von der jeweiligen Leitungsbeanspruchung, die folgenden Temperaturverläufe. Dabei soll die Medientemperatur/Bauteiltemperatur der jeweiligen Umgebungstemperatur entsprechen.

Temperaturwechsel für Heißgasleitung

Umgebungstemperatur: $T_U = 0\text{ °C}$ (1 000 Lastwechsel) und anschließend 165 °C (29 000 Lastwechsel)

Dieser Zyklus wird 5 mal wiederholt (Gesamtsumme 150 000 Lastwechsel).

Temperaturverlauf für restliche Kältemittelleitungen

Umgebungstemperatur: $T_U = 0\text{ °C}$ (1 000 Lastwechsel) und anschließend 120 °C (29 000 Lastwechsel)

Dieser Zyklus wird 5 mal wiederholt (Gesamtsumme 150 000 Lastwechsel).