

7 Klassifizierung von Kältemaschinenölen

7.1 Anforderungen an Kältemaschinenöle – DIN 51 503, Teil 1 [1]

DIN 51 503 beschreibt die Mindestanforderungen, welche an Kältemaschinenöle gestellt werden. Diese Norm gilt für Öle, die in Kältemittelverdichtern zur Schmierung und Kühlung verwendet werden und die dabei der Einwirkung flüssiger und gasförmiger Kältemittel ausgesetzt werden. Für die Triebwerksschmierung von Kältemittelverdichtern, bei denen ein Übertritt des Öls in den Kältemittelkreislauf verhindert wird, dürfen auch Schmieröle C nach DIN 51 517 und Schmieröle LAN nach DIN 51 501 eingesetzt werden. Die DIN 51 503-1 von August 1997 wurde komplett überarbeitet. Der neue Entwurf der DIN 51 503-1 liegt in der Fassung von Dezember 2009 bereits vor und ist in der finalen Abstimmung. Dabei wurden insbesondere die Prüfnormen unter Beachtung der Verwendung von chlorhaltigen Kältemitteln überarbeitet und die Einteilung der Kältemaschinenöle erweitert. Die Einteilung der Kältemaschinenöle nach DIN 51 503, Teil 1 (2009) erfolgt alphabetisch nach den verwendeten Kältemitteln in die folgenden Gruppen:

- KA** Kältemaschinenöle für Ammoniak
- KAA** Ammoniak nicht mischbare Kältemaschinenöle – in der Regel Mineralöle und / oder Syntheseöle auf Basis Polyalphaolefin (PAO), hydrierte Mineralöle und Alkylbenzole.
- Meist werden hoch ausraffinierte, naphthenische Kältemaschinenöle als KAA-Öle verwendet.
- KAB** Ammoniak mischbare Kältemaschinenöle – in der Regel Polyglykole (PAG)
- Die in der Regel eingesetzten PAG-Schmierstoffe sollten einen maximalen Wassergehalt von 350 ppm (Frischöl) nicht überschreiten
- KB** Kältemaschinenöle für Kohlendioxid (CO₂) – synthetische Polyolester (POE), Polyalkylenglykole (PAG) oder Polyalphaolefine (PAO). Die

POE-Kältemaschinenöle weisen in der Regel gute CO₂-Mischbarkeit auf. PAG-Öle sind mit CO₂ deutlich schlechter mischbar (größere Mischungslücke mit CO₂). Synthetische Kältemaschinenöle auf Polyalphaolefin-Basis werden als mit CO₂ nicht mischbare Kältemaschinenöle bezeichnet.

KC Kältemaschinenöle für voll- und teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW, HFCKW) – in der Regel Mineralöle und Alkylate (im Einzelfall auch Esteröle möglich)

Es werden meist hoch ausraffinierte, naphthenische Mineralöle und speziell behandelte Alkylaromaten (Alkylate) verwendet. Der Wassergehalt der KC-Öle (Frischöle) sollte kleiner 30 ppm betragen. Bei einem höheren Wassergehalt ist davon auszugehen, dass sich unerwünschte Reaktionen mit dem Kältemittel ergeben, die zu einer Zersetzung des Öl-Kältemittel-Gemischs führen.

KD Kältemaschinenöle für voll- und teilfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (FKW, HFKW) – Polyolesteröle (POE) oder Polyalkylenglykole (PAG)

Die in der Gruppe KD beschriebenen Kältemaschinenöle sind polare Produkte mit stark hygroskopischem Verhalten (Wasser anziehend). Für Polyolester (POE) gilt ein maximal zulässiger Wassergehalt von 100 ppm im Frischöl (der Wassergehalt sollte möglichst ca. 50 ppm betragen). Polyalkylenglykole werden vorzugsweise in A/C-Systemen (Autoklimaanlagen) eingesetzt. Sie sollten einen maximalen Wassergehalt von 350 ppm (Frischölkennwert) nicht überschreiten.

KE Kältemaschinenöle für Kohlenwasserstoffe (z.B. Propan, Isobutan) – in der Regel Mineralöle oder Syntheseöle (auf Esterbasis – POE)

Je nach Stoffgruppe der Öle sind dabei maximal zulässige Wassergehälter von 30 ppm für Mineralöle, 100 ppm für Esteröle und 350 ppm für Polyalkylenglykole tolerierbar (Frischölkennwerte).

Zur Charakterisierung eines Kältemaschinenöls werden in der Regel folgende typische Kennwerte angegeben [2]:

Tabelle 7-1 Kennwerte von Kältemaschinenölen

Farbe – Farbzahl	DIN ISO 2049
Kinematische Viskosität bei 40°C – mm ² /s	DIN EN ISO 3104
Kinematische Viskosität bei 100°C – mm ² /s	DIN EN ISO 3104

Tabelle 7-1 Kennwerte von Kältemaschinenölen (Forts.)

Viskositätsindex (VI)	DIN ISO 2909
Dichte bei 15°C – kg/m ³	DIN 51 757
Neutralisationszahl – mgKOH/g	DIN 51 558
Pourpoint - °C	DIN ISO 3016
Flammpunkt - °C	DIN ISO 2592
Wassergehalt – mg/kg (ppm)	DIN 51 777
Kältemittelmischbarkeit (Mischungslücke)	DIN 51 514
Kältemittelbeständigkeit (Sealed Tube Test)	ASHRAE 97/1999

Darüber hinaus wird das Aussehen visuell beurteilt (klar, keine Eintrübung). Der Geruch der Produkte sollte neutral sein (produktspezifisch). Im Einzelfall ist die Verseifungszahl nach DIN 51 559-2 in mgKOH/g und die Gesamtbasenzahl nach DIN ISO 3771 in mgKOH/g für Ammoniak-Öle der Gruppen KAA und KAB anzugeben. Zur Beurteilung kann ebenfalls die IR-spektroskopische Analyse (IR-Spektrum) nach DIN 51 451 herangezogen werden.

Im Anhang der DIN 51 503, Teil 1 werden ergänzende Angaben zu den Eigenschaften der Kältemaschinenöle gemacht. Dabei sind wichtige Parameter wie der Flockpunkt mit dem jeweiligen Kältemittel, die Korrosionsschutzwirkung auf Kupferwerkstoffe, die elektrische Durchschlagspannung in Abhängigkeit vom Wassergehalt und die Schmierfähigkeit im Falex-Test oder modifizierten Almen-Wieland-Test unter Kältemittelatmosphäre heranzuziehen. Dort wird auch auf die entsprechenden PVT-Diagramme (Daniel Plots) der eingesetzten Öl-Kältemittel-Kombination verwiesen.

Die in der DIN 51 503 beschriebenen Wassergehalte beschreiben die höchsten noch tolerierbaren Wassergehalte im Anlieferungszustand des Kältemaschinenöls. In der Praxis werden Kältemaschinenöle in der Regel in wasser-/dampfdichten Kleingebinden geliefert (Blechgebinde), in die auch bei längerer Lagerung keine Feuchte eindringen kann. Beim Umgang mit Kältemaschinenölen sollte darauf geachtet werden, die Gebinde stets dicht verschlossen zu lagern und Anbruchgebinde schnellstmöglich zu verwenden bzw. mit Stickstoffinertgas zu überlagern.