KÜHLMITTEL FÜR FAHRZEUGKÜHLSYSTEME

Technischer Leitfaden zur Auswahl, Verträglichkeit und Wartung von Kühlmitteln für die kommende Saison.



1. Einführung und Grundfunktionen von Kühlmitteln

Kühlmittel für Fahrzeuge (Frostschutzmittel) hält den Motor ganzjährig auf optimaler Betriebstemperatur und schützt ihn. Neben dem Frostschutz sorgt es für eine effiziente Wärmeübertragung und schützt das Kühlsystem vor Korrosion, Kavitation, Kalk und Schäden an Dichtelementen.

Hauptfunktionen des Kühlmittels:

- **Temperaturregelung:** Führt Motorwärme ab und verhindert Überhitzung im Sommer und Einfrieren im Winter.
- **Korrosions- und Kavitationsschutz:** Inhibitoren schützen Aluminium, Kupfer, Messing, Stahl und Gusseisen.
- **Schutz vor Ablagerungen:** Das richtige Gemisch aus Frostschutzmittel und destilliertem Wasser mindert Kalk und Ablagerungen.
- **Schutz für Dichtungen und Schläuche:** Additive mindern Austrocknung, Rissbildung und chemischen Abbau von Elastomeren.

Kühlmittel kommen auch in Industrieanlagen, Aggregaten, Wärmepumpen und HLK-Anlagen zum Einsatz.








2. Chemische Zusammensetzung und Grundstoffe

Kühlmittel besteht aus Glykol, Wasser sowie einem Paket aus Additiven und Korrosionsinhibitoren.

Glykolbasen und weitere Grundstoffe:

- **Ethylenglykol (EG):** Im Fahrzeugbau am häufigsten eingesetzt. Es überträgt Wärme effizient und hat gute Tieftemperatureigenschaften. Es ist toxisch und erfordert eine sorgfältige Handhabung.
- **Propylenglykol (PG):** Weniger toxische, biologisch abbaubare Alternative für Anwendungen mit erhöhten Umwelt- und Sicherheitsanforderungen.
- **Glycerin:** Kommt in einigen modernen Rezepturen wie G13 zum Einsatz, um die Umweltbelastung bei der Herstellung zu reduzieren.

Rolle des destillierten Wassers:
Kühlmittelkonzentrat wird mit destilliertem oder demineralisiertem Wasser verdünnt. Leitungswasser kann Kalk und Ablagerungen verursachen. Das übliche Mischungsverhältnis von 50:50 sorgt für eine gute Wärmeübertragung und Frostschutz bis etwa −37 °C.

3. Kühlmitteltypen nach Additivtechnologie

Die Glykolbasis senkt den Gefrierpunkt. Die Additivtechnologie bestimmt Korrosionsschutz, Standzeit und Verträglichkeit mit den im Motor verbauten Werkstoffen. Nach der chemischen Zusammensetzung der Additive werden vier Hauptgruppen unterschieden:

1. IAT (Inorganic Acid Technology)

Klassische Technologie auf Basis anorganischer Säuren und Salze (Silikate, Phosphate, Borate). Typisch für Fahrzeuge bis Baujahr 2000.

- **Eigenschaften:** Bildet rasch eine dickere Schutzschicht auf Metalloberflächen. Das Wechselintervall ist kurz (2 bis 3 Jahre oder etwa 50.000 km).
- **Einsatz:** Ältere Motoren mit Bauteilen aus Kupfer, Messing und Gusseisen. Ohne regelmäßigen Wechsel können Silikate mit der Zeit ausfallen und Ablagerungen bilden.

2. OAT (Organic Acid Technology)

Weiterentwickelte Technologie auf Basis organischer Säuren (Carboxylate), frei von Silikaten und Phosphaten.

- **Eigenschaften:** Langzeitschutz (5 Jahre oder bis zu 150.000 km). Passiviert mikroskopische Korrosionsherde selektiv bei ihrer Entstehung, ohne dickere Schichten auf der gesamten Innenfläche des Systems zu bilden.
- **Einsatz:** Moderne Aluminiummotoren und Hochleistungskühlsysteme. Günstigere Umweltbilanz und hohe Stabilität bei erhöhten Betriebstemperaturen.

3. HOAT (Hybrid Organic Acid Technology)

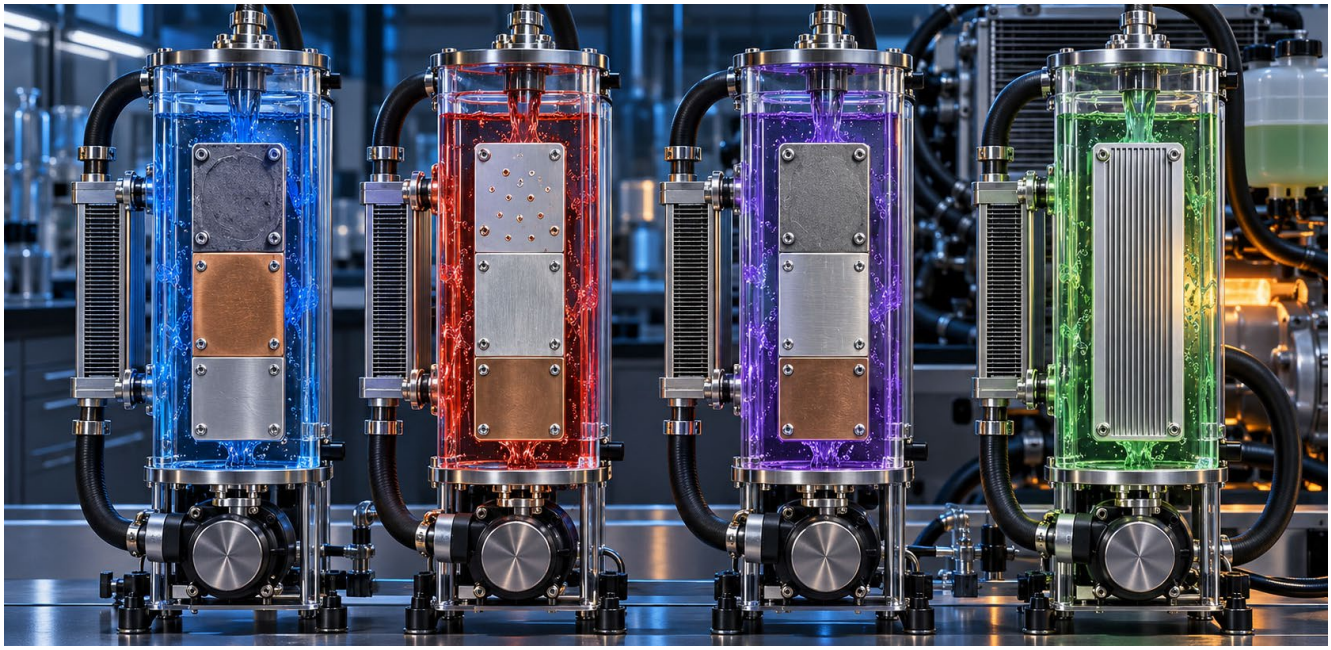
Hybridtechnologie, die den sofortigen Korrosionsschutz anorganischer Additive (Silikate) mit der Langzeitwirkung organischer Säuren verbindet.

- **Eigenschaften:** Ausgewogener Schutz für Bauteile aus Aluminium, Stahl und Kupfer. Die mittlere Standzeit beträgt 4 bis 5 Jahre (100.000–150.000 km).
- **Einsatz:** Europäische und US-amerikanische Fahrzeuge mittlerer und neuerer Generationen (z. B. VW-Konzern, BMW, Mercedes-Benz, Ford).

4. P-HOAT (Phosphate-Hybrid Organic Acid Technology)

Phosphatbasierte Hybridtechnologie aus Phosphaten und Carboxylaten, entwickelt für die spezifischen Anforderungen asiatischer Fahrzeughersteller.

- **Eigenschaften:** Sehr guter Schutz von Aluminiumoberflächen bei hoher thermischer Belastung. Silikatfrei. Wechselintervalle von über 5 Jahren (bis zu 250.000 km).
- **Einsatz:** Fahrzeuge asiatischer Hersteller (Toyota, Honda, Nissan, Hyundai, Kia). In entsprechenden Rezepturen werden häufiger Phosphate anstelle von Silikaten eingesetzt, um den spezifischen Anforderungen an den Kavitationsschutz von Kühlmittelpumpen gerecht zu werden.



4. Verträglichkeit und Mischbarkeit von Kühlmitteln

Das Mischen unverträglicher Kühlmittel ist eine häufige Ursache für Ausfälle des Kühlsystems. Chemische Reaktionen zwischen verschiedenen Additivtypen (z. B. anorganischen Silikaten und organischen Carboxylaten) führen zu Ausfällungen, Gelbildung, zur Neutralisierung von Korrosionsinhibitoren und zur vollständigen Verstopfung von Kühler und Kühlkanälen im Motorblock.

Wichtiger Hinweis: Die Farbe ist kein zuverlässiges Identifikationsmerkmal. Sie beruht auf zugesetzten Farbstoffen und ist international nicht genormt. Maßgeblich sind die technische Spezifikation (IAT, OAT, HOAT, P-HOAT) oder die Herstellernormen (z. B. VW TL 774-D/G12, G13, MAN 324, MB 325.0).

Übersicht zur Verträglichkeit von Kühlmitteln:

Typ 1	Typ 2	Verträglichkeit	Folgen beim Mischen
IAT (Anorganisch)	**OAT** (Organisch)	**UNVERTRÄGLICH**	Ablagerungen und Gelbildung, Neutralisierung der Additive, blockierter Kühlmittelfluss im Kühler.
IAT (Anorganisch)	**P-HOAT** (Phosphathaltig)	**UNVERTRÄGLICH**	Chemische Reaktion zwischen Silikaten und Phosphaten, feste Ablagerungen im System.
OAT (Organisch)	**HOAT** (Hybrid)	**BEDINGT**	Rezepturabhängig. Die vorgesehene Standzeit des OAT-Kühlmittels verkürzt sich.
OAT (Organisch)	**P-HOAT** (Phosphathaltig)	**UNVERTRÄGLICH**	Phosphate beeinträchtigen die Wirkung der Carboxylate. Risiko beschleunigter Aluminiumkorrosion.
HOAT (Hybrid)	**P-HOAT** (Phosphathaltig)	**BEDINGT**	Ausfällungsrisiko bei gestörtem Gleichgewicht zwischen Phosphaten und Silikaten.

5. Diagnose, Störungssymptome und Empfehlungen

Für einen zuverlässigen Fahrzeugbetrieb und zur Vermeidung teurer Reparaturen empfiehlt sich in der Saison 2026 eine technische Prüfung des Kühlsystems alle 10.000 km oder im Rahmen der jährlichen Inspektion.



Hinweise zur Wartung:

1. **Gefrierpunkt messen:** Ein optisches Refraktometer verwenden und auf unzuverlässige Aräometer verzichten. Empfohlen wird ein Gefrierpunkt zwischen −35 °C und −40 °C.
2. **System beim Wechsel spülen:** Bei einem Wechsel des Kühlmitteltyps oder bei Trübung das System gründlich mit destilliertem Wasser und einem speziellen Reiniger für Kühlkanäle spülen.
3. **Destilliertes Wasser verwenden:** Kühlmittelkonzentrat ausschließlich mit destilliertem oder demineralisiertem Wasser im Verhältnis 1:1 verdünnen.
4. **Herstellernormen einhalten:** Ausschließlich Kühlmittel verwenden, die der in der technischen Fahrzeugdokumentation genannten Norm entsprechen.

Diagnoseübersicht für Störungen am Kühlsystem:

Störungs-symptom	Mögliche technische Ursachen	Empfohlene Servicemaßnahme
Motor überhitzt	› Kühlmittelstand zu niedrig / Leck im System › Kühler durch Ablagerungen oder Kalk verstopft › Thermostat oder Temperatursensor defekt › Kühlmittelpumpe defekt oder Antriebsriemen locker	Fahrzeug anhalten, Motor abstellen und Kühlmittelstand prüfen. Bei Ablagerungen oder Korrosion das System vollständig spülen.
Betriebstempe-ratur wird spät erreicht	› Thermostat klemmt in Offenstellung › Schaltrelais des Kühlerlüfters defekt	Thermostat ersetzen, um erhöhten Motorverschleiß und ungewöhnlich hohen Kraftstoffverbrauch zu vermeiden.
Äußerer Kühlmittelverlust	› Schläuche, Anschlüsse oder Kühlerwände beschädigt › Dichtung der Kühlmittelpumpe undicht	Kühlsystem per Druckprüfung auf Dichtheit prüfen. Beschädigte Leitungen und Dichtungen ersetzen.
Innerer Kühlmittelverlust	› Zylinderkopfdichtung beschädigt › Riss im Motorblock oder Zylinderkopf	Umgehend mechanisch prüfen, ob Abgase im Ausgleichsbehälter nachweisbar sind.

5. Pantherol-Kühlmittel nach Additivtechnologie und OEM-Spezifikation



Das Pantherol-Kühlmittelsortiment deckt Pkw, Nutzfahrzeuge, Land- und Baumaschinen sowie stationäre Industrieanlagen ab. Alle Produkte basieren auf hochreinem Monoethylenglykol (MEG), sind schaumarm und kavitationsbeständig. Mit Ausnahme von G13, bei dem Glycerin als umweltfreundlicher Stabilisator dient, sind sie glycerinfrei.

1. Reine IAT-Technologie (erste Generation, bis Ende der 1990er-Jahre)

Rein anorganische Additive (Salze, Silikate, Borate, Nitrate) ohne organische Säuren, für ältere Motoren mit Bauteilen aus Kupfer, Messing und Gusseisen. Silikate verbrauchen sich schnell (Wechsel nach 2–3 Jahren oder 50.000 km) und neigen stärker zur Bildung von Ablagerungen.

Pantherol führt im aktuellen Sortiment keine reinen IAT-Kühlmittel, da diese Technologie in modernen Normen weitgehend abgelöst wurde.

2. Hybridtechnologie (HOAT / G11)

Die Produkte kombinieren anorganische Inhibitoren (Silikate) mit organischen Komponenten. Sie passivieren Metalloberflächen schnell und schützen herkömmliche und neuere Kühlsysteme mit Bauteilen aus Messing, Kupfer, Gusseisen und Aluminium.

- **Pantherol Antifreeze Blue G11 / Green G11 / Green G11 Ready Mix:** Blaues oder grünes Konzentrat bzw. grüne gebrauchsfertige Mischung (−36 °C). Glycerinfreie Rezeptur mit hoher Alkalitätsreserve. Geeignet für Pkw, Nutzfahrzeuge (MAN PriTarder), stationäre Generatoren und Motorräder.
- **Pantherol Antifreeze G48 (auf Anfrage):** Blaues Ethylenglykolkonzentrat für zahlreiche europäische Fahrzeuge und Industrieanwendungen.

Wichtige OEM-Spezifikationen und Industrienormen:

- **Volkswagen-Konzern:** VW Group TL 774-C (G11), Audi / Seat / Škoda TL 774-C.
- **BMW Group:** BMW GS 94000, BMW N 600 69.0, BMW LC-87, MINI BMW LC-87, BMW Motorrad LC-87.
- **Mercedes-Benz / Daimler:** MB 325.0, DTFR 29C100, MB 325.2 (Fertigmischung), MB 326.0, DTFR 29D100, MB 326.2 (Fertigmischung), Smart MB 325.0.
- **MAN / DAF / Volvo / Nutzfahrzeuge:** MAN 324 Type NF, MAN 324 NF PRITARDER, DAF 74001, Iveco 18-1830, Volvo Trucks TR 1286083, Volvo Construction.
- **Industrie- und stationäre Aggregate:** Deutz DQC CA-14, Cummins 85T8-2, Caterpillar, Perkins, Liebherr LH-00-COL3A, Jenbacher TA 1000-0200, 2G Energietechnik.
- **Internationale Normen:** ASTM D 3306, ASTM D 4985, ASTM D 4656, BS 6580:2010, AFNOR NF R 15-601, SAE J814 / J1034.

3. Weiterentwickelte Technologie organischer Säuren (OAT / G12+)

Pantherol Antifreeze G12+ ist ein glycerinfreies Longlife-Konzentrat auf Basis von Monoethylenglykol (96–98 % MEG). Es kombiniert die Langzeitwirkung organischer Säuren mit der schnellen Wirkung von Inhibitoren an Oxidationsstellen (selektive Passivierung). Es verhindert Kavitation und örtliche Überhitzung und schützt Dichtungen und Elastomerschläuche bis zu 5 Jahre oder 250.000 km.

Wichtige OEM-Spezifikationen und Industrienormen:

- **Volkswagen-Konzern:** VW / Audi / Seat / Škoda TL 774 D/F (G12, G12+).
- **Nutzfahrzeuge und Pkw:** MAN 324 SNF, MB 325.3, DTFR 29C110, MB 326.3, DTFR 29D110, DAF 74002, Renault 41-01-001 / S-Type D, Volvo Coolant VCS / VCS 2.
- **Schwere Geräte und Maschinen:** Ford WSS-M97-844 D, Caterpillar MAK A4.05.09.01, Cummins CES 14439 / CES 14603, Deutz DQC CB-14, John Deere JDM H5, Komatsu AF-NAC.
- **Internationale Normen:** AFNOR NFR 15-601, ASTM D 3306 / D 4656 / D 4985 / D 6210 / D 5931, BS 6580:2010, SAE J1034.

4. Silikat-organische Technologie (Si-OAT / G12++ und G12 EVO)

Diese Technologie kombiniert organische Carboxylate mit präzise dosierten stabilen Silikaten. Auf Metallen bildet sich sofort eine mikrometerdünne Schutzschicht. Aluminiumlegierungen sind auch bei hoher thermischer Belastung sehr beständig gegen Lochkorrosion und Kavitation. Die Rezeptur enthält weder Borate, Amine, Phosphate, Nitrite noch 2-Ethylhexansäure.

- **Pantherol Antifreeze G12++:** Rosafarbenes Premiumkonzentrat mit einer Standzeit von bis zu 6 Jahren / 250.000 km (Pkw) bzw. 500.000 km (Nutzfahrzeuge).
- **Pantherol Antifreeze G12 EVO:** Weiterentwickeltes rosafarbenes Konzentrat für neuere Benzin-, Diesel-, Hybrid-, Plug-in-Hybrid- und LPG-Antriebe.

Wichtige OEM-Spezifikationen und Industrienormen:

- **Volkswagen-Konzern:** VW Group TL-774 G (G12++), TL-774 L (G12evo), TL-774 J (G13 abgedeckt), VW TL 774-C/D/F/G/J.
- **BMW, Mercedes-Benz, MAN, Volvo, Scania:** BMW / MINI / Rolls Royce LC18, MB 325.5, DTFR 29C120, MB 326.5, DTFR 29D120, MAN 324 Si-OAT / MAN 324 Si-OAT evo, Scania TB 1451, Volvo Trucks TR1286083 / TR-31854114-002, Volvo Automobile TR-31854114-002.
- **Industrie und Maschinen:** Deutz DQC CC-14, Cummins CES 14603 / CES 14439, Liebherr LH-01-COL3A, MTU MTL 5048, John Deere (>2011).
- **Internationale Normen:** ASTM D 3306 / D 4985 / D 6210, BS 6580:2010, AFNOR NF 15-601 (11/2020), JIS K 2234:2006, China GB 29743-2013, ÖNORM V 5123, CUNA NC 956-16, SANS 1251:2005.

5. Lobrid-Technologie mit Glycerin (Si-OAT / G13)

Pantherol Antifreeze G13 ist ein violettes Premiumkonzentrat aus Monoethylenglykol (MEG) und umweltfreundlichem Glycerin. Organische Additive und Silikate bilden einen stabilen Schutzfilm gegen Kavitation an den Schaufeln der Kühlmittelpumpe und an den Zylinderwänden. Eine hohe Alkalitätsreserve (8,5 ml) neutralisiert saure Reaktionsprodukte. Frei von Nitriten, Aminen und Phosphaten.

Wichtige OEM-Spezifikationen und Industrienormen:

- **VW-Konzern:** VW Group TL 774 J (G13), Volkswagen, Audi, Seat, Škoda, Cupra, Bentley, Bugatti, Lamborghini.
- **Internationale Normen:** ASTM D 3306, ASTM D 5931-13, ASTM D 1287-11, BS 6580:2010.

Pantherol-Sortiment im Überblick:

Produktname	Farbe *	Additiv-technologie	Wichtige OEM-Spezifikationen und Normen	Empfohlenes Wechselintervall
Pantherol G11 / G48 (Konzentrat und Fertigmischung)	Blau / Grün	Hybrid (HOAT / G11 / Silikate)	VW TL 774-C (G11), BMW GS 94000 / LC-87, MB 325.0 / 325.2, MB 326.0 / 326.2, MAN 324 NF, DAF 74001, ASTM D3306	2–3 Jahre / 50.000 km
Pantherol G12+	Rosa	OAT (Carboxylate, glycerinfrei)	VW TL 774 D/F (G12/G12+), MAN 324 SNF, MB 325.3, MB 326.3, Ford WSS-M97-844 D, Cummins CES 14439, Volvo VCS	5 Jahre / 250.000 km
Pantherol G12++	Rosa	Si-OAT (organisch + Silikate, ohne Borate/Nitrite)	VW TL 774-G (G12++), MB 325.5/326.5, MAN 324 Si-OAT, Scania TB 1451, Cummins CES 14603	6 Jahre: 250.000 km (Pkw) 500.000 km (Nfz)
Pantherol G12 EVO (Demnächst)	Rosa	Si-OAT EVO (weiterentwickelt, ohne 2-EHA)	VW TL 774-L (G12evo) / G13, BMW LC18, MAN 324 Si-OAT evo, Volvo TR-31854114, Deutz DQC CC-14	6 Jahre: 250.000 km (Pkw) 500.000 km (Nfz)
Pantherol G13	Violett	Lobrid-Si-OAT (MEG + Glycerin)	VW TL 774 J (G13) (VW, Audi, Seat, Škoda, Bentley, Lamborghini), ASTM D 3306, BS 6580	5 Jahre / 250.000 km

* Standardfarben zur leichteren Erkennung