

Wechselwirkungen zwischen Wärmeträgermedien und den entsprechenden Additiven

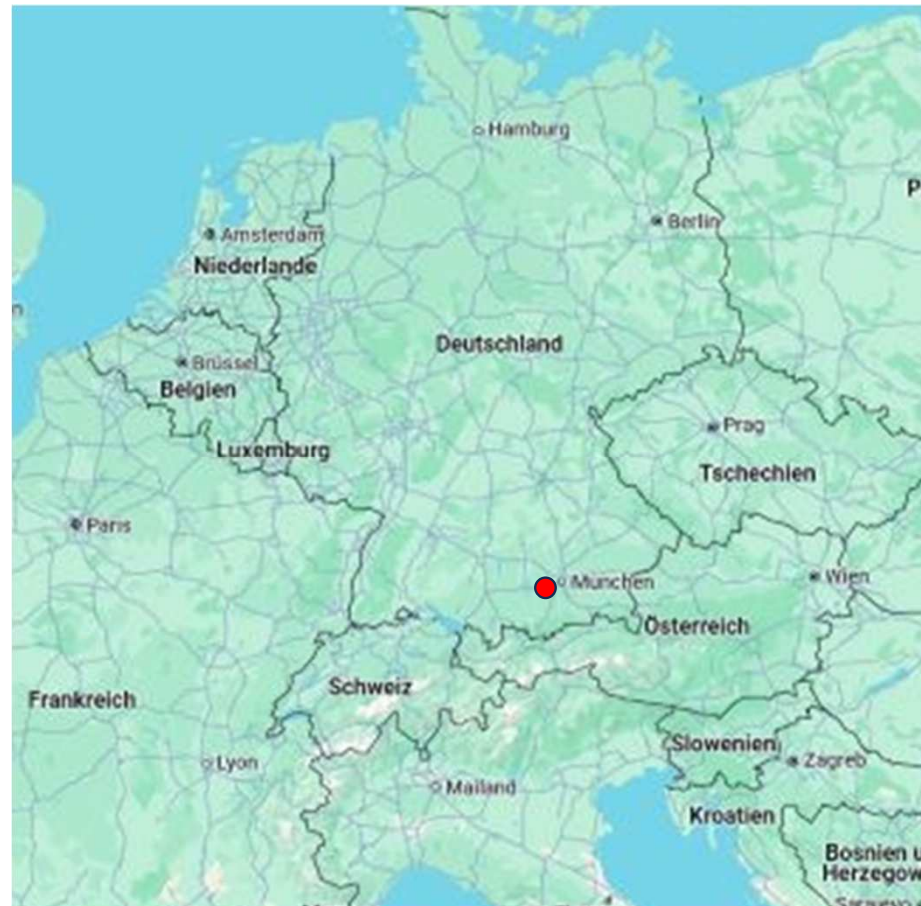
Th. Porada
Leiter Abteilung F&E
www.aqua-concept-gmbh.eu
t.porada@aqua-concept-gmbh.eu

kurze Firmenvorstellung

Aufbau einer Wärmeträgerflüssigkeit

Messungen und Ergebnisse

unsere Fragen



Unsere Eckdaten

- Hersteller von Wasserbehandlungsprodukten seit 1991
- Eigenes Entwicklungslabor mit Anwendungstechnik: Korrosionstests, Produktoptimierung, Frostschuttmessungen
- Über 250 chemische Produkte aus eigener Entwicklung
- Produktion von über 6.000 Tonnen Spezialprodukte
- fast 80 Mitarbeiter
- DIN ISO 9001 und DIN ISO 14001 zertifiziert
- Seit 2016 CO₂-neutrales Unternehmen durch Kompensation der Emissionen
- CO₂-neutrale Produkte mit nachwachsenden Rohstoffen



CO₂-neutral
company
since 2016

Ak Thermophysik, Berlin, 09.04.2025



Unsere Eckdaten

- 04/2010: Schicht GmbH wird 100 %ige Tochter
Trinkwasserhygiene insb. Legionellenbekämpfung
- 04/2014: Gründung der aqua-concept Polska Sp.z.o.o.,
- IKU-Preisträger 2015 zusammen mit der geKOAX GmbH
- IKOM Award Zukunftsarbeitsgeber 2020 der TU München

GREEN
EFFICIENT
ANYWHERE



 **IKOM Award**



CO₂-neutral
company
since 2016

Ak Thermophysik, Berlin, 09.04.2025

Unser nachhaltiges Handeln wurde belohnt

Unsere Auszeichnungen in 2022:

- „Zukunftspreis des Landkreises München“ für besondere Leistung im Bereich Verantwortung-Innovation-Nachhaltigkeit
- aqua-concept durch Bayerisches Landesamt als Muster-Unternehmen für den vorbildlichen Umweltschutz im Unternehmen ausgewählt



<https://www.landkreis-muenchen.de/themen/buergerschaftliches-engagement/zukunftspreis-2022/zukunftspreistraeger-2022/aqua-concept/>



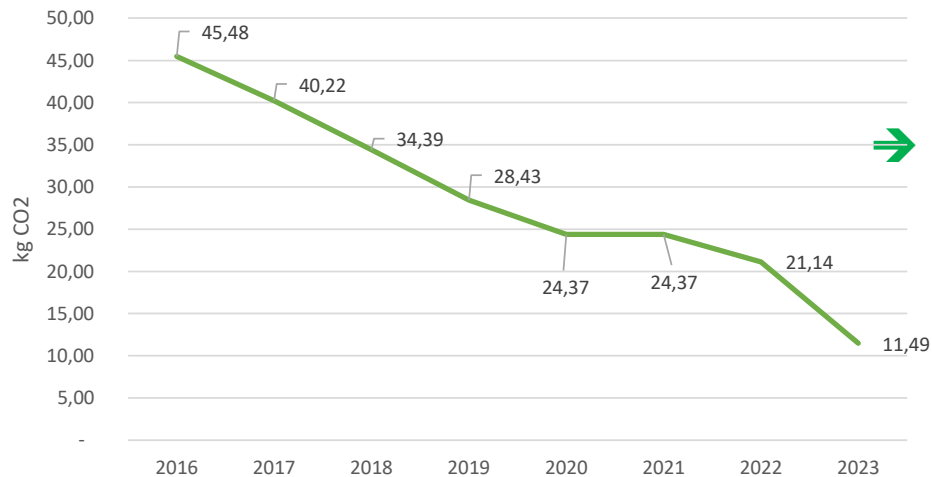
https://www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/aktuelles/3665/good-practice-unternehmensbeispiel-zum-betrieblichen-klimaschutz

Company Carbon Footprint (CCF)

- Erfolgreiche Umsetzung unsere CO₂-Reduktionsstrategie seit 2016
- Seit 2016: CO₂-neutrales Unternehmen – jährlich extern geprüft
- Wir kompensieren verbleibende Emissionen mit Gold Standard



kg CO₂ je 1000 Euro Umsatz



⇒ Relative Emissionsreduktion von rund 75 % umgesetzt

Einzigartiges Leistungsangebot in Deutschland

aqua-concept & Schicht

Competence Center Wärme- und Kälteträger

Kältetechnik, Motorenkühlung
Erneuerbare Energien, Heizung

- Industrie- und Gebäudetechnik
- Großmotorenkühlung
- Solarthermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Nahwärmenetze: VDI 6044
- Heizungswasser: VDI 2035

powered by
coracon®

Competence Center Industriewasser

Industrielle
Wasserbehandlung

- Kühlwasser: VDI 2047-2, 42.BImS
- Nassabscheider: 42.BimSchV
- Dampfkessel / TRD 611)
- Sprinkleranlagen VdS-Zert.
- Luftbefeuchtung: VDI 6022)
- Springbrunnen: DIN SPEC 31062
- Spezialentwicklungen

Competence Center Trinkwasser

Trinkwasserverordnung und
Wärmeoptimierung für

- Wohnungswirtschaft
- Öffentliche Einrichtungen
Altenheime, KH, Schulen,...
- Gewerbe und Industrie

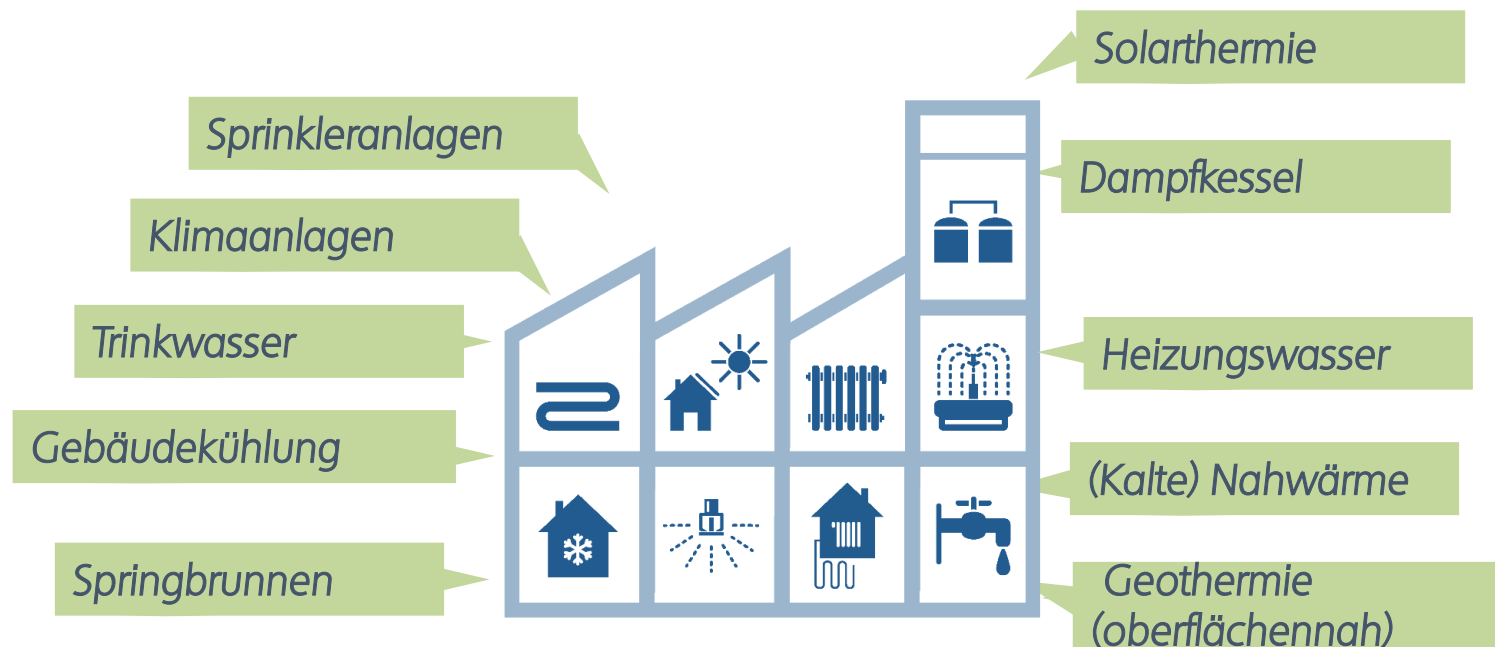
powered by
Schicht GmbH

Competence Center Service & Energie

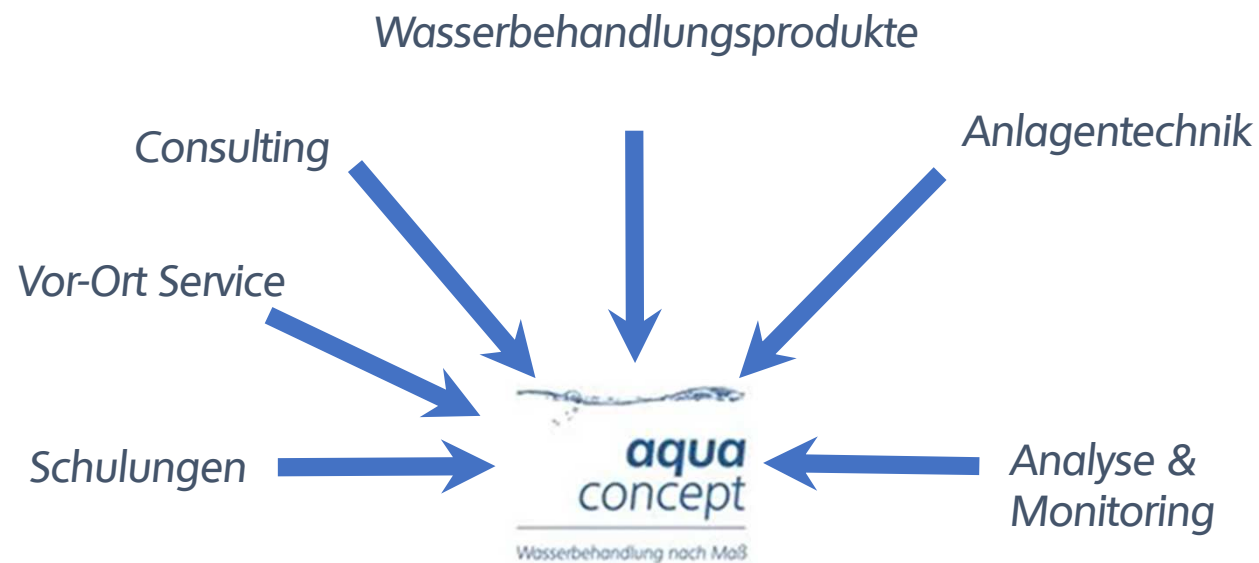
Alle Arten von Services
Installation
Wartung
Reparatur von
Wasseraufbereitungsanlagen
(Enthärtung, Filteranlagen etc.)

Analysenservice
Systemreinigungen

Unser Leistungsspektrum: Wir kümmern uns um alle wichtigen Wassersysteme!



Unsere Lösungen aus einer Hand



Wir unterstützen als ganzheitlicher Systempartner!

Aufbau von Wärmeträgerflüssigkeiten

Inhibitoren

- Korrosionsschutz aller gängigen Materialien
- wie Stahl, Kupfer, Messing, Lot, Aluminium
- Triazole
- Neutralisierte mittel- bis langkettige (**max. C12**) Mono- und/oder Dicarbonsäuren (branched)
- Borat, Molybdat, Phosphate, Silikate usw.
- Härtestabilisatoren/Dispergatoren
- Antioxidantien
- pH-Wert Stabilisatoren
- Farbe

Wasser

vollentsalzt
Umkehrosewasser
enthärtet
Tap

Frostschutzkomponente

- bis ca. -55°C möglich
- Monoethylenglykol (MEG)
- Monopropylenglykol (MPG, 1.2 und 1.3)
- höherwertige Glykole (DPG, DEG, TriEG,...)
- Ethanol (!!)
- neutralisierte kurzkettige (**max. C6**) Mono- und/oder Dicarbonsäuren (!!)

Eine „gute“ Wärmeträgerflüssigkeit kann bis 10-15 !!! verschiedene Komponenten enthalten

Anwendung von Wärmeträgerflüssigkeiten

ready-to-use
(anwendungsfertig)

Konzentrat
(Wasser entscheidend)

Superkonzentrate
(hochkonzentrierte Inhibitorenpackages)

Steinmanderl

multidimensionaler
Eigenschaftsraum



Art des Wassers
Art der Frostschutzkomponente
Art der Korrsionsinhibitoren
Art der pH-Stabilisierung
Art der Dispergierung
Art der Stabilisierung
Art der rezeptierten Farben
Art der Antioxidantien
Fließeigenschaften, turbulent oder laminar
thermophysikalische Parameter
Luft- oder Sauerstoffeintrag
verwendete Materialien, metallisch, nicht metallisch
regulatorische Anforderungen

MEG [%]	MPG [%]	PDO [%]	DPG [%]	EtOH [%]	Wasser [%]	Additiv- produkt [%]	enthält Wasser [%]	Summe Additive [%]	pH [1]	LfK [µS/cm]
20					80	0	-	0	5,8	< 10
20					75	5	3,1	1,9	8,1	390
	20				80	0	-	-	7,5	< 10
	20				75	5	3,1	1,9	8,1	490
		20			80	0	-		7,5	< 10
		20			75	5	3,1	1,9	8,2	380
			20		80	0	-	-	7,5	< 10
			20		75	5	3,1	1,9	8,4	400
				20	80	0	-	-	7,4	< 10
				20	75	5	3,1	1,9	8,4	350

verwendete Meßmethoden:

Frostschutz nach ASTM D-1177
Fa. G-Labo



ASTM D1177 – 22

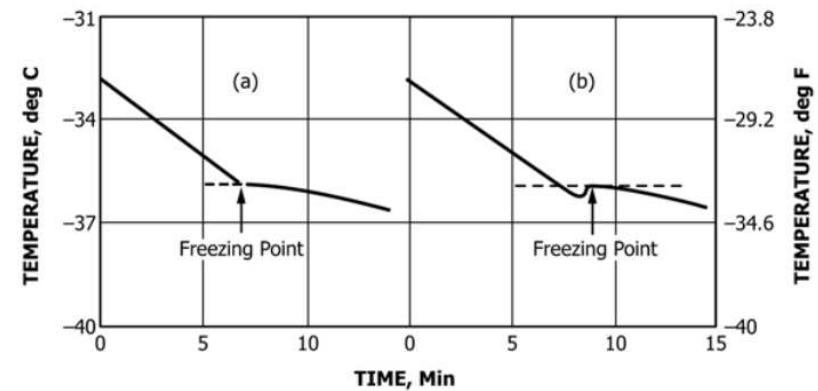


FIG. 2 Time-Temperature Cooling Curves for Determining the Freezing Point of an Engine Coolant

verwendete Meßmethoden:

Wärmeleitfähigkeit/Wärmekapazität
Fa. Flucon

$$VHC = \lambda / \alpha \text{ und } c_p = VHC / \rho$$



verwendete Meßmethoden:

kin./dyn. Viskosität + Dichte
Fa. Anton Paar SWM 3001



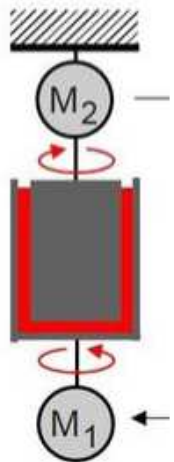
Viscosity range 0.2 mm²/s to 30 000 mm²/s

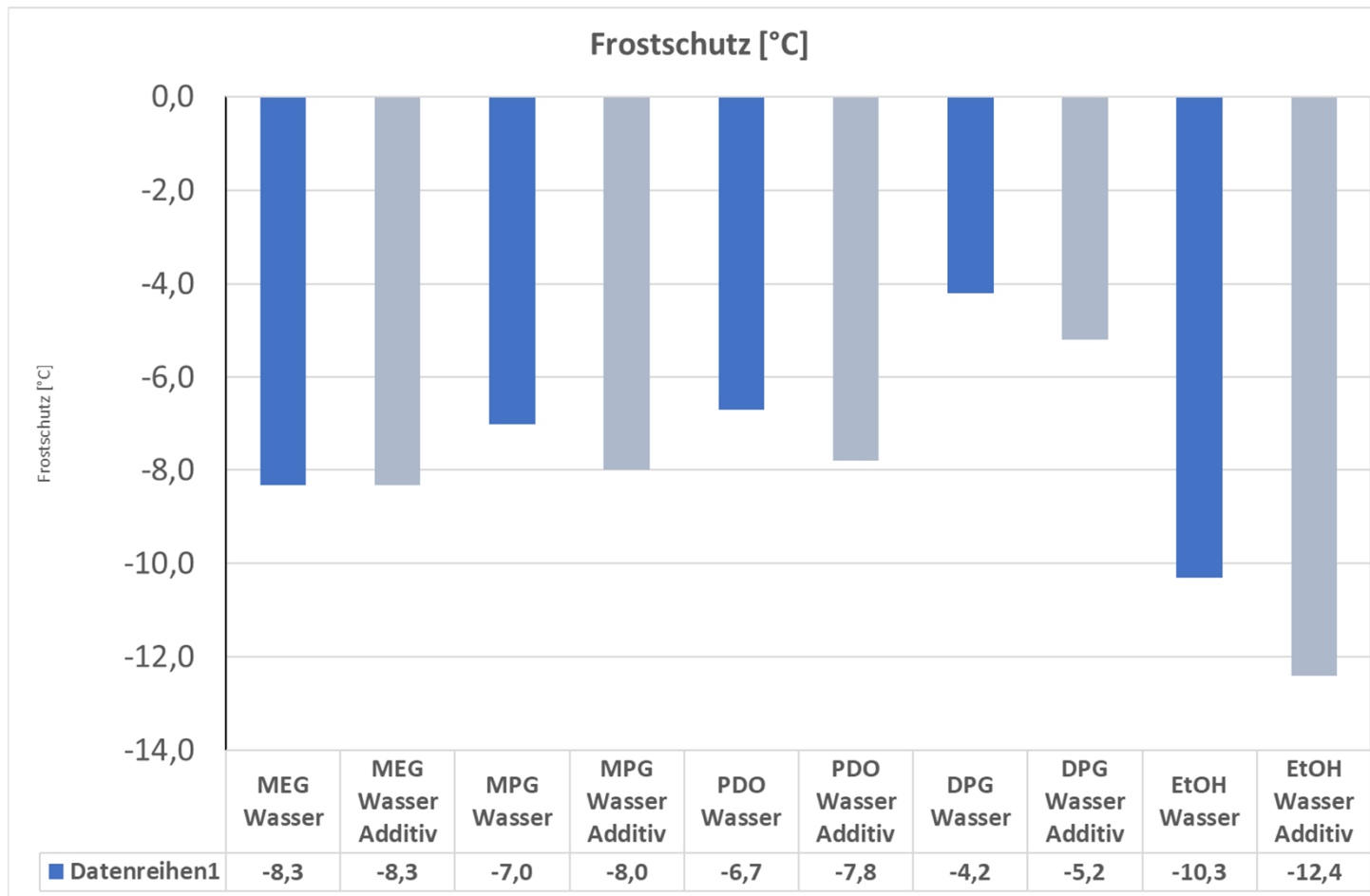
Temperature range -60 °C to +100 °C

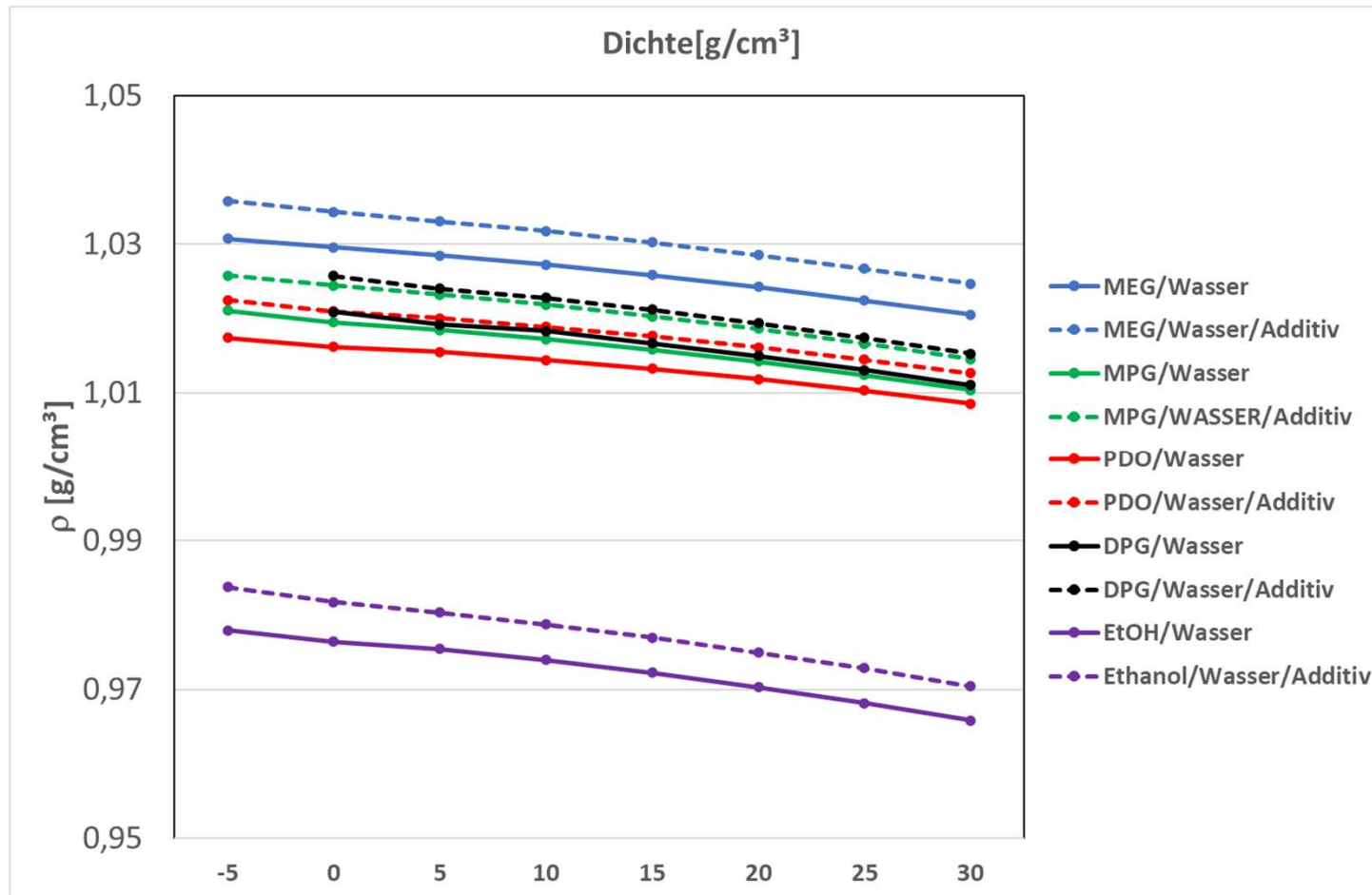
Density range 0.6 g/cm³ to 3 g/cm³

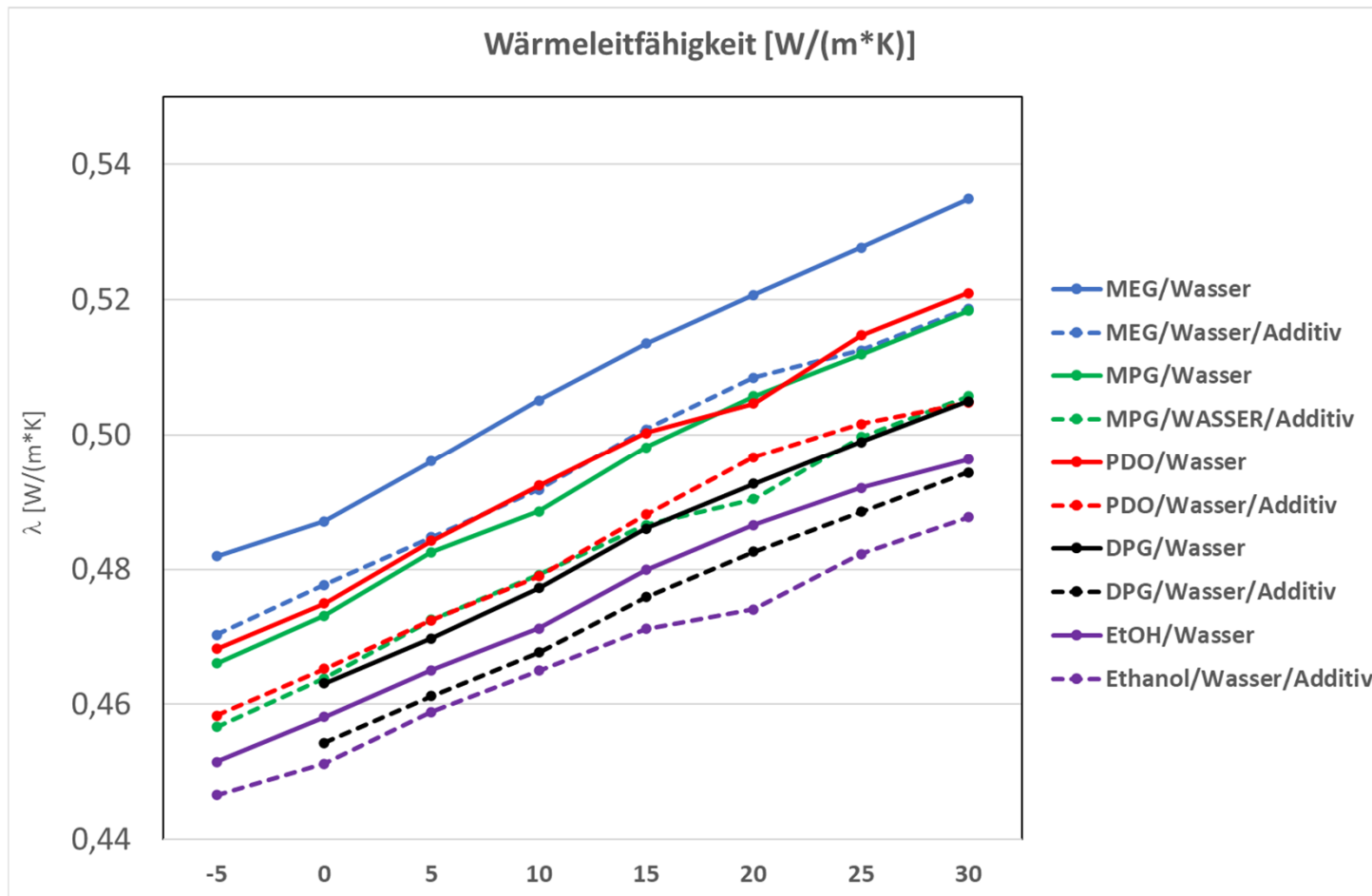
Viscosity repeatability 0.1 %*

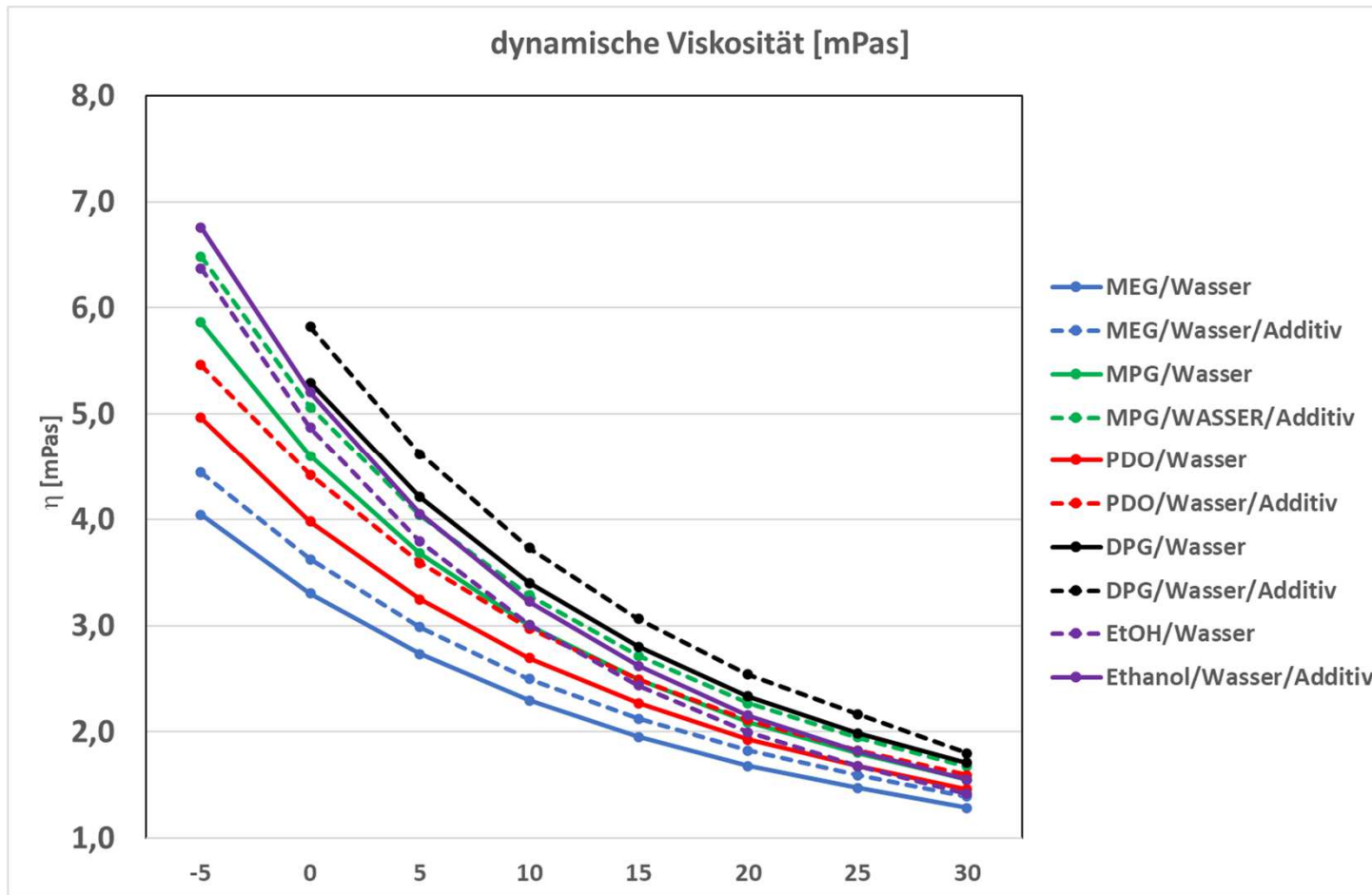
modifiziertes Couette-Messprinzip

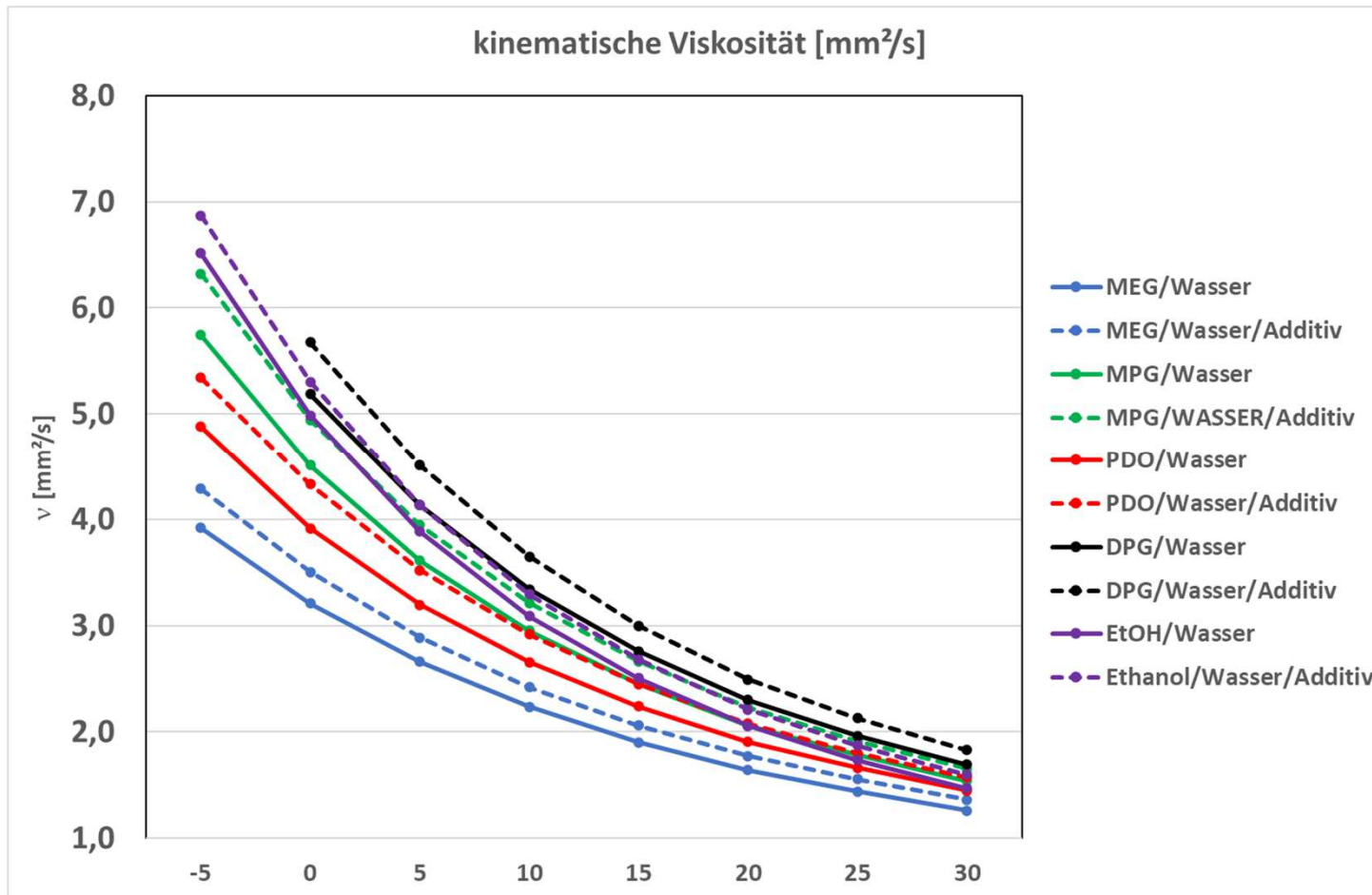


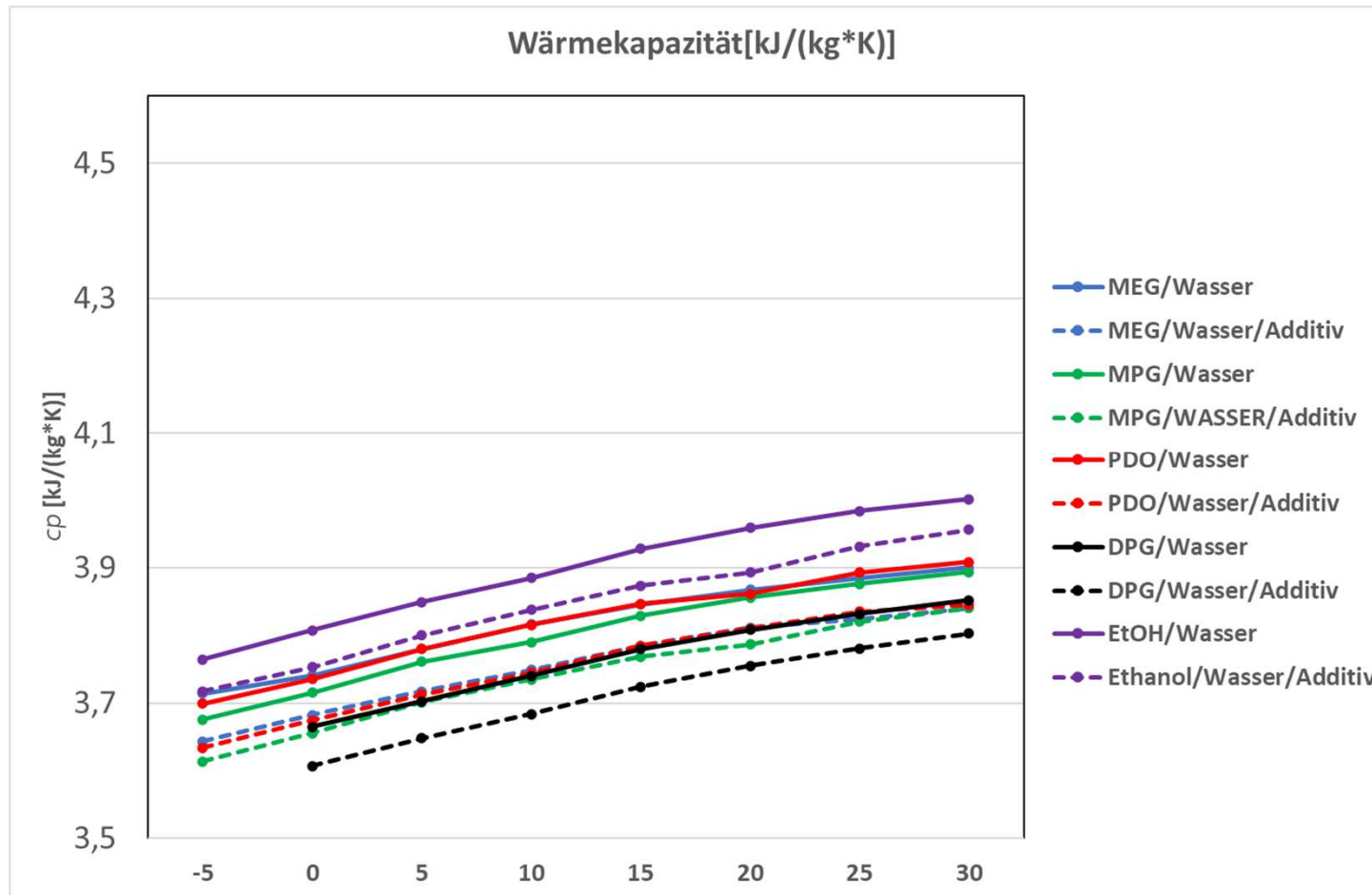












Fazit:

Das Inhibitorpackage:

- senkt den Frostschutz zusätzlich ab bis 2K
- erhöht die Dichte ca. 5% $f=(T)$
- erhöht die kin./dyn. Viskosität ca. 10% $f=(T)$
- senkt die Wärmeleitfähigkeit ca. 3% $f=(T)$
- senkt die Wärmekapazität ca. ???

bisher wenig plausible Ergebnisse bei der Bestimmung der Wärmekapazitäten insbesondere bei Wasser/Ethanol-Mischungen bis 20% Ethanol

Teilnahme am Ringversuch Wärmekapazitäten von Wärmeträgerflüssigkeiten

aus unserer Sicht noch einige Fragen offen insbesondere bei Wasser/Ethanol-Mischungen (teilweise beantwortet)

interne Diskussion inwieweit das Vorhandensein von Additiven die Ergebnisse der c_p -Messungen beeinflusst / beeinflussen kann

Structural Inhomogeneity in Electrolyte Solutions: The Calcium Perchlorate–Water System

- Published: 15 September 2017
- Volume 46, pages 1854–1870, (2017)
- Journal of Solution Chemistry

Variation of the Near-Infrared Spectrum of Water from Dissolved Salts

- Published: 20 October 2015
- Volume 44, pages 2167–2178, (2015)
- Journal of Solution Chemistry

Variation in Near-Infrared Spectra of Water Containing Polyhydric Alcohol

- Published: 25 November 2019
- Volume 48, pages 1564–1575, (2019)
- Journal of Solution Chemistry

Verschiedene Messmethoden und Normen

ASTM D-7896 – 19

Thermal Conductivity, Thermal Difussivity and Volumetric Heat Capacity of Engine Coolants and Related Fluids by **Transient Hot Wire** Liquid Thermal Conductivity Method

$$VHC = \lambda / \alpha \text{ und } c_p = VHC / \rho$$



ASTM E2716 - 23

*Standard Test Method for
Determining Specific Heat Capacity by Modulated Temperature Differential
Scanning Calorimetry*

ASTM E1269 - 24

*Standard Test Method for
Determining Specific Heat Capacity by Differential Scanning Calorimetry*



<https://www.tainstruments.com/x3-dsc/?lang=de>



<https://setaramsolutions.com/product/microcalvet>



<http://www.mt.com>

Gerät	Hot wire	DSC	DSC	Bemerkungen
		(aktuelle Verwendung)	Unser Vorschlag	
Link	https://flucon.de/produkte/messgeraet-lambda-fuer-die-waermeleitfaehigkeit/	-	-	
Norm	ASTM D7896-19	ASTM E1269-19 (ASTM D-2716)		
Heizrate	0,25K/min	0,3 K / min	Möglichst gering: 0,25 K/min	
Materialien	Gefäß: Edelstahl	Tiegel: Al	Tiegel: Edelstahl	Vergleichsmessungen haben gezeigt, dass es hier eine Abhängigkeit vom Tiegelmaterial gibt.
	Messdraht: Platin		(oder ähnlich inerte Tiegelmaterialien)	Durch Auswahl des entsprechenden Tiegelmaterials können Wechselwirkungen zwischen Tiegel und der Probe vermieden werden !

Gerät	Hot wire	DSC	DSC	Bemerkungen
		(aktuelle Verwendung)	Unser Vorschlag	
Kalibrierung	Toluol	Saphir	ASTM E968, E967 oder Hersteller. Phasenverändernde, idealerweise schmelzende, Materialien. Berechnung der DSC-Sensitivität. Wenn die Kalibrierung des Wärmestroms vor jeder Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität durchgeführt wird, ist es nicht erforderlich, die kalorimetrische Empfindlichkeit zu berechnen.	
Referenz/Standard	keine	Saphir	eine flüssige Referenz, die sich thermisch der zu messenden probe sehr ähnlich verhält	Saphire aber es ist vorzuziehen, dass die physikalische Form der Probe derjenigen des für die Kalibrierung des Wärmestroms/Referenz verwendeten Standards ähnelt. Ist in der Norm so angegeben

Gerät	Hot wire	DSC	DSC	Bemerkungen
		(aktuelle Verwendung)	Unser Vorschlag	
Messung	Passender Dichteparametersatz der Prüfprobe für den Temperaturbereich auswählen		Für den Referenzlauf (Kalibrierung des Wärmestroms) und den Prüflauf sollte die Halter + Deckel dasselbe Material haben. Der Tiegel soll so voll wie möglich sein, wenn die Probe Wasser oder wässrig ist. Die Druckgrenze des Tiegels darf nicht überschritten werden.	Messung in einem angepassten Temperaturbereich (entsprechend der realen Anwendung im Feld) ohne Phasenwechsel
			Messung 1:	
			Referenzprobe gegen Leertiegel	
			Messung 2:	
	Für unseren Fall: Messung in einem Temperaturbereich ohne Phasenwechsel		Tatsächliche Probe gegen Leertiegel	
Getestete Menge	40 ml	< 1g	< 1g	



 Welche Methode ist die richtige Methode für die c_p -Messung von Wasser-Ethanol-Mischungen mit und ohne Additiven

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?