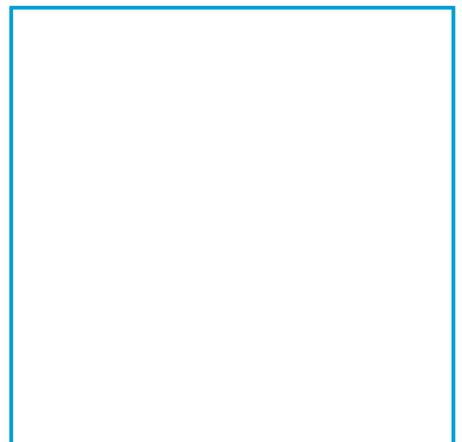
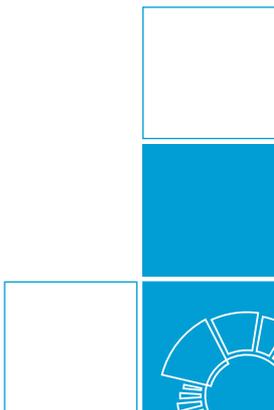


Henning Wolf

Transporteigenschaften von Kraftstoffen



ISSN 1614-9327
ISBN 978-3-95606-116-5



Herausgeber:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin

Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Telefon: (05 31) 592-93 21
Telefax: (05 31) 592-92 92
www.ptb.de

Vertrieb:

Fachverlag NW in der
Carl Schünemann Verlag GmbH

Zweite Schlachtpforte 7
28195 Bremen

Telefon: (04 21) 369 03-0
Telefax: (04 21) 369 03-63
www.schuenemann-verlag.de

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Thermodynamik
PTB-Th-5
Braunschweig, August 2014

Henning Wolf

Transporteigenschaften von Kraftstoffen

In dieser korrigierten Fassung ist die Abbildung A1-1c ersetzt.

Dieser Bericht ist auch online verfügbar unter:
doi: 10.7795/110.20150319K

ISSN 1614-9327
ISBN 978-3-95606-116-5



Aus allen Regionen Deutschlands gesammelte Kraftstoffproben zur Messung der Transportgrößen Dichte und Viskosität

Danksagung

Die in diesem Bericht beschriebenen Untersuchungen sind nur durch die Mithilfe von externen Partnern möglich gewesen.

Das Bioethanol wurde von der Firma Südzucker zur Verfügung gestellt. Benzine auf Vermittlung von Südzucker durch die Oiltanking Deutschland GmbH. Hier gilt mein besonderer Dank Herrn Jörg Bernard für die Vermittlung.

Biodiesel wurden auf Vermittlung des damaligen Referenten für Qualitätssicherung der Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V., Herrn J. Haupt, von der ASG Analytik-Service Gesellschaft mbH zur Verfügung gestellt, darunter auch Palmölmethylester direkt aus Malaysia.

Die Firma Shell Global Solutions (Deutschland) GmbH und Shell Deutschland Oil GmbH haben die fossilen Basiskraftstoffe Diesel jeweils in Sommer- und in Winterqualität sowie Heizöl und Kokosfett-Methylester zur Verfügung gestellt. Die Firmen Shell und ADM Research GmbH (hier gilt mein Dank Herrn Jürgen Fischer) haben auch Diesel und Biodiesel für ein parallel laufendes Forschungsprojekt auf europäischer Ebene (EMRP ENG09 Metrology for Biofuels) zur Verfügung gestellt. Besonderer Dank gilt Herrn Siegmur Witt von Shell Fuels Quality für die Vermittlung und für viele hilfreiche Diskussionen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Jan Ludzay von der Deutschen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V., DGMK, der die große Sammlung der Regionalproben vermittelt und begleitet hat.

Während der Untersuchungen hat es zahlreiche Diskussionen mit Vertretern des Eichwesens, Mitgliedern des Fachnormenausschusses Mineralöl- und Brennstoffnormung, FAM, sowie mit Interessenvertretern der Mineralölindustrie und des Mineralölhandels gegeben, die mir unbekannte Aspekte in den Fokus gerückt und dadurch den Verlauf der Untersuchungen beeinflusst haben. Auch ihnen gilt mein Dank.

Zu guter Letzt möchte ich meinem Mitarbeiter, Herrn Stefan Heinsch, danken, der alle Messungen durchgeführt hat.

Inhalt

1	Einleitung, Problematik	1
2	Messgrößen, Messbereiche, Messmethoden, Messunsicherheit	3
2.1	Dichte	3
2.2	Viskosität.....	4
3	Dichte und Viskosität von reinen Alkanen	6
3.1	Dichte	6
3.2	Viskosität.....	9
4	Probenstabilität	12
4.1	Langzeitstabilität	12
4.2	Reproduzierbarkeit der Messergebnisse	16
5	Regionalproben.....	21
5.1	Funktionaler Zusammenhang Dichte – thermischer Ausdehnungskoeffizient	26
5.2	Viskosität.....	28
6	Gemische mit Biokomponenten	30
6.1	Verhalten eines reinen Alkans bei der Zumischung von Ethanol	31
6.2	Verhalten von Ottokraftstoffen bei der Zumischung von Ethanol	36
6.3	Verhalten von Dieselmotorkraftstoffen bei der Zumischung von Biodiesel	42
6.4	Verhalten von Dieselmotorkraftstoffen bei der Zumischung von SME, PME oder CME	48
7	Auswirkung auf das gesetzliche Messwesen und die Normung	50
8	Vorschlag für die Klärung, ob bei zukünftigen Kraftstoffmischungen Handlungsbedarf für eine Neubestimmung der Mengenumwertungskoeffizienten besteht	51
9	Zusammenfassung	52
10	Literatur	53
Anhang 1:	Funktionale Beschreibung der Temperaturabhängigkeit der Dichte durch Polynome	54
Anhang 2:	Funktionale Beschreibung der Temperaturabhängigkeit der Dichte durch eine Exponentialfunktion.....	59
Anhang 3:	Diagramme	61
Diagramme:	Dichte und Ausdehnungskoeffizient der Regionalproben.....	61
Diagramme:	Viskosität der Regionalproben	72
Anhang 4:	Originalmessdaten	78
Dichte der Regionalproben	78	
Dichte der Mischungen mit Biokraftstoff	106	
Viskosität der Regionalproben	129	
Viskosität der Mischungen mit Biokraftstoff.....	150	

1 Einleitung, Problematik

„Vom Fachausschuß Mineralöl- und Brennstoffnormung wurde darauf hingewiesen, daß die in der Tafel 1 des Normblattes DIN 51 757 – Prüfung von Schmierölen, flüssigen Brennstoffen und verwandten Flüssigkeiten, Bestimmung der Dichte – angegebenen Dichte-Umrechnungsfaktoren nicht mehr für alle heutigen Kraftstoffe und ihre Komponenten zutreffen. Diese Tafel basiert auf den ASTM-IP-Petroleum Measurement Tables (Metric Edition) Table 53, London 1953.

In der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt sind auf Grund dieser Anregung Ausdehnungsmessungen an Mineralölprodukten vorgenommen worden. ...“

Dieses Zitat ist der Einleitung einer 1960 in der Zeitschrift „Erdöl und Kohle · Erdgas · Petrochemie“ erschienenen Arbeit entnommen [1]. Die Aussage ist heute wieder so aktuell wie damals. Während es in den 1950/60er Jahren vornehmlich um die Einführung von klopfesten Kraftstoffen ging, ist die Motivation jedoch heute durch die Einführung von „Biokraftstoffen“ geprägt, die konventionellen fossilen Kraftstoffen beigemischt werden, um die Emission von CO₂ in die Atmosphäre zu verringern.

Mit dem inzwischen eingebürgerten Namen „Biokraftstoffe“ (treffender, aber nicht marktgängig wäre die Bezeichnung „Agrokraftstoffe“) sollen in dieser Arbeit agrartechnisch aus Pflanzenfrüchten erzeugte, danach technisch umgeformte Kraftstoffe bezeichnet werden. Es ist dies zum Einen „Bioethanol“, der in Europa üblicherweise aus dem Zucker von Zuckerrüben, aber auch aus Getreide oder Kartoffeln gewonnen wird. Zum Anderen sind es die „Biodiesel“, die durch Veresterung von Pflanzenölen oder tierischen Fetten/Ölen gewonnen werden. Für Europa sind hier besonders das aus Rapsöl gewonnene Rapsölmethylester (RME) und das als Sojaöl gewonnene Sojaölmethylester (SME) von Bedeutung. Auf dem europäischen Markt sind in geringeren Mengen noch Palmölmethylester (PME) und Kokosmethylester (CME) zu finden, andere Methylester sind lediglich Nischenprodukte. Auch die zunächst vor allem in Frankreich favorisierten Ethylester sind nur in geringem Umfang vertreten.

Kraftstoffe werden üblicherweise volumetrisch gemessen, da das Volumen temperaturabhängig ist, wird im Handel auf eine Normtemperatur von 15 °C umgerechnet. Diese Umrechnung - die „Mengenbewertung“ - erfordert die Kenntnis des thermischen Ausdehnungskoeffizienten, der sich am einfachsten über die Messung der Temperaturabhängigkeit der Dichte bestimmen lässt.

Das aus einer fossilen Quelle natürlichen Ursprungs stammende technische Produkt „Kraftstoff“ ist aber in seiner Zusammensetzung abhängig von der regional variierenden Zusammensetzung des natürlichen Ausgangsproduktes. Eine auf langer Tradition beruhende Normung hat hier hohe Maßstäbe für die Qualität des Produktes und enge Grenzen für die Bandbreite von Materialparametern gesetzt. Es ist deshalb möglich, Kraftstoffe nominell gleicher Art durch eine Dichteangabe und eine Angabe für die Mengenbewertung zu charakterisieren und bei Anwendung dieser Werte das auf 15 °C umgerechnete Volumen des Kraftstoffes innerhalb der vorgeschriebenen Eichfehlergrenzen anzugeben.

Dennoch zeigen Kraftstoffe unterschiedlicher Herkunft eine Variation in ihrer Zusammensetzung und damit auch eine gewisse Streuung der Dichte- und Ausdehnungskoeffizienten-Werte.

Die Einführung der neuen Kraftstoffmischungen brachte besonders für die Eichbehörden die Frage auf, ob die bisher für die Eichung der Volumenmessanlagen von Verladestationen und Transportfahrzeugen verwendeten Materialparameter, die Dichte und deren Temperaturabhängigkeit, noch

weiter verwendet werden können. Die beiden Parameter sind von großer Bedeutung für die Umrechnung von gravimetrisch gemessenen in volumetrisch gemessene Stoffmengen und für die sogenannte Mengenumwertung, die Umrechnung eines bei einer Temperatur t gemessenen Volumens auf die Referenztemperatur 15 °C. Im Mineralölhandel werden sowohl die gravimetrische als auch die volumetrische Mengenbestimmung verwendet, in Gesetzen und EG-Richtlinien wird mittlerweile der Energiegehalt als „Mengenangabe“ verwendet. Eine Umrechnung erfordert die Kenntnis des Energiegehalts pro Masseinheit oder pro Volumeneinheit. Diese Frage ist **nicht** Thema dieser Untersuchung.

Die Nachfrage der Eichbehörden an die PTB nach Messung der genannten Parameter führte zu einem Projekt, in dem eine umfangreiche Untersuchung der Dichte von verschiedenen Kraftstoffen und ihren Mischungen mit Biokraftstoffen durchgeführt wurde.

Die Messungen deckten einen Temperaturbereich von in der Regel -20 °C bis + 50 °C ab, alle Messungen fanden bei Normaldruck statt. Der gewählte Temperaturbereich umfasst den in Deutschland für die eichrechtliche Betrachtung erforderlichen Temperaturbereich von -10 °C bis +50 °C, die Ergebnisse ermöglichen die Angabe des thermischen Ausdehnungskoeffizienten für diesen Temperaturbereich.

Einschränkungen des Temperaturbereiches bei Benzin waren erforderlich, weil der Dampfdruck einiger Benzine bei 50 °C oberhalb des Luftdrucks lag und es deswegen zu Siedeprozessen kam. Bei Dieselpollen fanden im unteren Temperaturbereich Ausscheidungsprozesse von festen Bestandteilen statt, die Messung der Dichte wurde dadurch eingeschränkt.

Parallel zu den Dichtemessungen wurden jeweils auch Viskositätsmessungen durchgeführt. Ihre Kenntnis ist wichtig für die Charakterisierung des Transportverhaltens der Kraftstoffe, aber auch für die Optimierung des Sprühvorgangs im Motor. Eine weitere Motivation für die Messung der Viskosität liegt in der Tatsache begründet, dass die Messwertanzeige von vielen Volumenmessgeräten viskositätsabhängig ist und für sehr genaue Messungen einer Viskositätskorrektur bedarf, dies gilt unter anderem für Schraubenradzähler und Turbinenzähler. Wie bei den Dichtemessungen wurde der auch für die Viskositätsmessungen angestrebte Temperaturbereich bei Benzin durch Siedeprozesse im oberen Temperaturbereich teilweise eingeschränkt. Bei Dieseln wird durch Ausscheidungsprozesse im unteren Temperaturbereich die Viskositätsmessung sehr stark beeinträchtigt, die Messungen wurden deshalb hier in der Regel nur bei Temperaturen oberhalb 0 °C durchgeführt.

Abweichende Messergebnisse an verschiedenen Kraftstoffproben sind häufig auf geänderte chemische Zusammensetzung der Proben zurückzuführen. Es ist in der PTB nicht möglich, begleitende chemische Analysen der gemessenen Kraftstoffe durchzuführen. Wegen der Vielzahl der untersuchten Proben wurde auch darauf verzichtet, solche Untersuchungen zeitlich parallel in einem externen Labor durchführen zu lassen. Im vorliegenden Bericht zum chemischen Verhalten und zu möglichen Änderungen der Zusammensetzung getroffene Aussagen sind deshalb als Hinweise für mögliche Prozesse zu verstehen, sie sind nicht durch eigene Messungen hinterlegt.

2 Messgrößen, Messbereiche, Messmethoden, Messunsicherheit

2.1 Dichte

Die Messung der Flüssigkeitsdichte erfolgte mit einem sogenannten „Biegeschwinger“, einem elektronischen Dichtemessgerät.

In einem Biegeschwinger wird ein (häufig U-förmig gebogenes) Röhrchen in mechanische Schwingungen versetzt. Die Resonanzfrequenz der Schwingung hängt unter Anderem von der Masse des schwingenden Röhrchens ab. Diese Masse verändert sich, wenn in das Röhrchen eine Flüssigkeit eingefüllt wird. Wenn durch die Einspannung der Röhrchenenden garantiert ist, dass immer der gleiche Röhrchenabschnitt schwingt, ist auch das schwingende Innenvolumen innerhalb des Röhrchens unveränderlich. Die Änderung der Resonanzfrequenz ist damit ein Maß für die durch die in dieses Volumen eingefüllte Flüssigkeit veränderte Masse des Systems Röhrchen plus Flüssigkeit. Bei bekanntem Volumen kann damit direkt die Dichte der Flüssigkeit angegeben werden. Das Volumen wiederum lässt sich leicht durch zwei Messungen mit Medien bekannter Dichte (in der Praxis meist Reinstwasser und Luft) ermitteln.

Moderne Biegeschwinger haben eine Temperierungseinrichtung für die Messzelle, so dass auch die Temperaturabhängigkeit der Dichte automatisch gemessen werden kann.

In den hier beschriebenen Experimenten wurde ein modifiziertes DMA 5000 der Firma Anton Paar verwendet. Das Gerät besitzt eine veränderte thermische Abkopplung der Messzelle von der Umgebung und ist deshalb für den Betrieb auch bei Temperaturen unter 0 °C geeignet.

Der in den vorliegenden Messungen abgedeckte Temperaturbereich liegt zwischen -20 °C und +50 °C, für die folgenden Betrachtungen wird allerdings nur der eichrechtlich relevante Bereich zwischen -10 °C und +50 °C verwendet.

Die Messunsicherheit wird zu 0,020 kg/m³ abgeschätzt. Hierbei ist berücksichtigt, dass keine Viskositätskorrektur der Dichtewerte durchgeführt wurde, da die Viskositäten der gemessenen Kraftstoffe im Allgemeinen unter 10 mPa s liegen.

Da die PTB während der Durchführung der Untersuchung noch nicht über Kalibriermöglichkeiten für den Temperaturbereich unter 0 °C verfügte, also in diesen Bereich extrapoliert werden musste, sollte die Messunsicherheit in diesem Bereich mit 0,050 kg/m³ angesetzt werden.

Der Flüssigkeitsbedarf pro Messung beträgt nominell nur etwa 2 ml, um bei Zweifelsfällen (z. B. Luftblasen im Gerät) Flüssigkeit nachschieben zu können, wurde aber generell mit ganz gefüllten 10 ml-Spritzen gearbeitet, um die Flüssigkeit in die Messzelle zu bringen. Da bei der Verwendung von Kunststoffspritzen bei längerem Verbleib der Flüssigkeit in der Spritze Anlösungseffekte am Kunststoff beobachtet wurden, wurden Glasspritzen verwendet.

Der Ausgang der Messzelle ist mit einem ca. 0,5 m langen dünnen Schlauch verbunden, der in einem mit einer Kraftstoffvorlage teilgefüllten Behälter endet. Der Druckausgleich gegen die Umgebung ist durch eine Bohrung im Behälterdeckel von 0,5 mm Durchmesser gegeben. Schlauch und Behälter ermöglichen das Auffangen der Probe, wenn sie nach der Messung aus der Messzelle hinausgedrückt wird. Der Eingang der Messzelle bleibt während der Messung durch die Spritze verschlossen. Durch diese Anordnung wird eine Verdunstung von Probenanteilen minimiert, gleichzeitig ist die Messzelle des Biegeschwingers über den Ausgang offen gegen die Umgebung, um einen

Druckausgleich bei Temperaturänderung zu ermöglichen Eine durch Verdunstung bewirkte Veränderung der Probe im Messgerät (Verweildauer etwa 3 Stunden) kann so ausgeschlossen werden. Eine Kontrolle erfolgte in der Anfangszeit, indem zusätzlich zur Messung der Temperaturabhängigkeit der Dichte eine Messung bei 20 °C zu Beginn und am Ende der Messreihe durchgeführt wurde.

Beim Befüllen der Messgeräte – dies geschah, wie bereits beschrieben, durch Aufziehen der Flüssigkeit auf eine Spritze und anschließendes Einspritzen in das Gerät – konnten Veränderungen der Flüssigkeit durch geeignete Handhabung zwar minimiert, aber nicht völlig ausgeschlossen werden. Die Spritzenöffnung ist auf dem Weg vom Vorratsgefäß zum Gerät für eine kurze Zeit offen gegen Luft und wird dabei bewegt, Verdunstung in der Öffnung kann deshalb nicht völlig verhindert werden. Der Einfluss wird minimiert, indem die Flüssigkeit in der Spritzenöffnung über die Messzelle hinaus „weggedrückt“ wird.

Als Beispiel für eine solche Messreihe ist in Abbildung 2-1 die Temperaturabhängigkeit der Dichte von reinem Mineraldiesel („B0“, Sommerqualität) gezeigt.

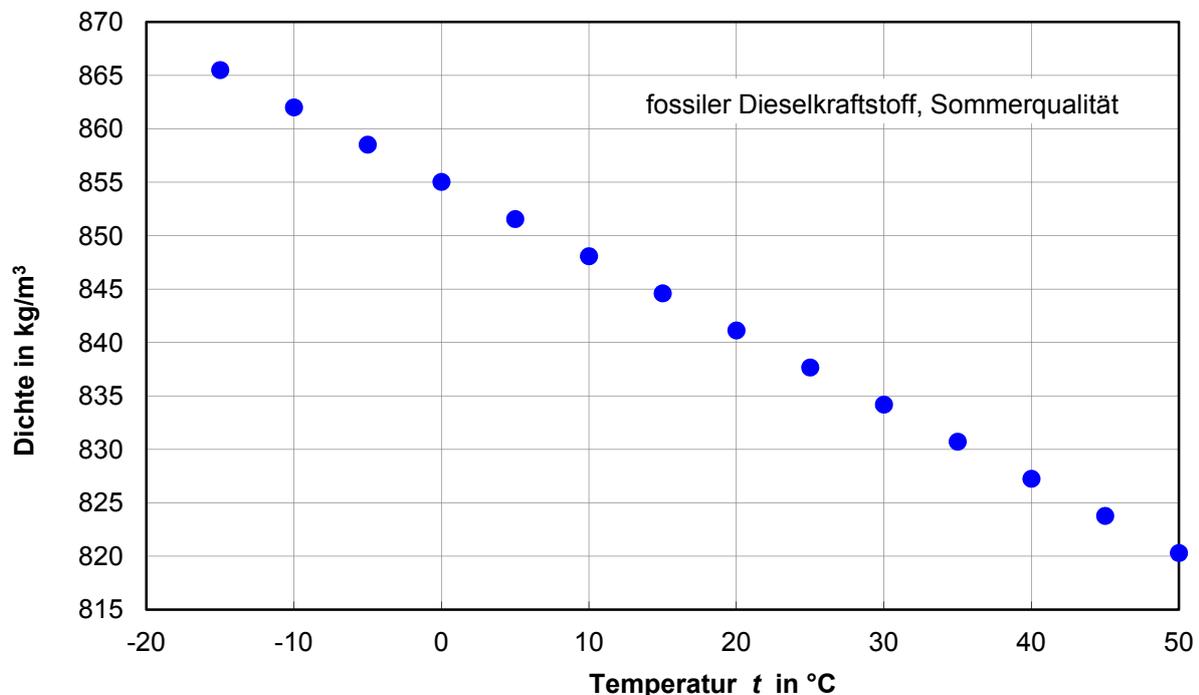


Abb. 2-1: Temperaturabhängigkeit der Dichte von fossilem Diesel, Sommerqualität. Die Messunsicherheit beträgt 0,02 kg/m³ (0,05 kg/m³ für Temperaturen kleiner 0 °C) und ist in dieser Auftragung nicht sichtbar.

2.2 Viskosität

Die Messung der Viskosität erfolgte mit einem SVM 3000 der Firma Anton Paar. Dieser Gerätetyp verwendet ein mit der zu messenden Flüssigkeit gefülltes rotierendes Außenrohr, in dessen Achse sich ein Rotor befindet, der durch die mit dem Außenrohr rotierenden Flüssigkeit „mitgenommen“ wird. Die Rotationsgeschwindigkeit dieses Rotors wird elektromagnetisch ausgelesen. Dadurch wird die

Rotation des Rotors gedämpft, die Differenz der Rotationsgeschwindigkeiten von Außenrohr und Rotor ist ein Maß für die Viskosität der koppelnden Flüssigkeit.

Das verwendete Gerät ist in der Lage, den gleichen Temperaturbereich abzudecken wie er bei der Dichtemessung verwendet wurde. Der Flüssigkeitsbedarf pro Messung beträgt hier ebenfalls etwa 10 ml. Die Füllprozedur sowie die Anordnung zur Verdunstungsvermeidung und zum Druckausgleich sind ebenfalls wie bei der Dichtemessung beschrieben.

Die Messunsicherheit des Gerätes wurde zu 1 % abgeschätzt, im Bereich unter 0 °C ist mit einer Unsicherheit von 3 % zu rechnen.

Als Beispiel ist in Abbildung 2-2 die Temperaturabhängigkeit der Viskosität an der gleichen Probe dargestellt, die auch für die Abbildung 2-1 verwendet wurde.

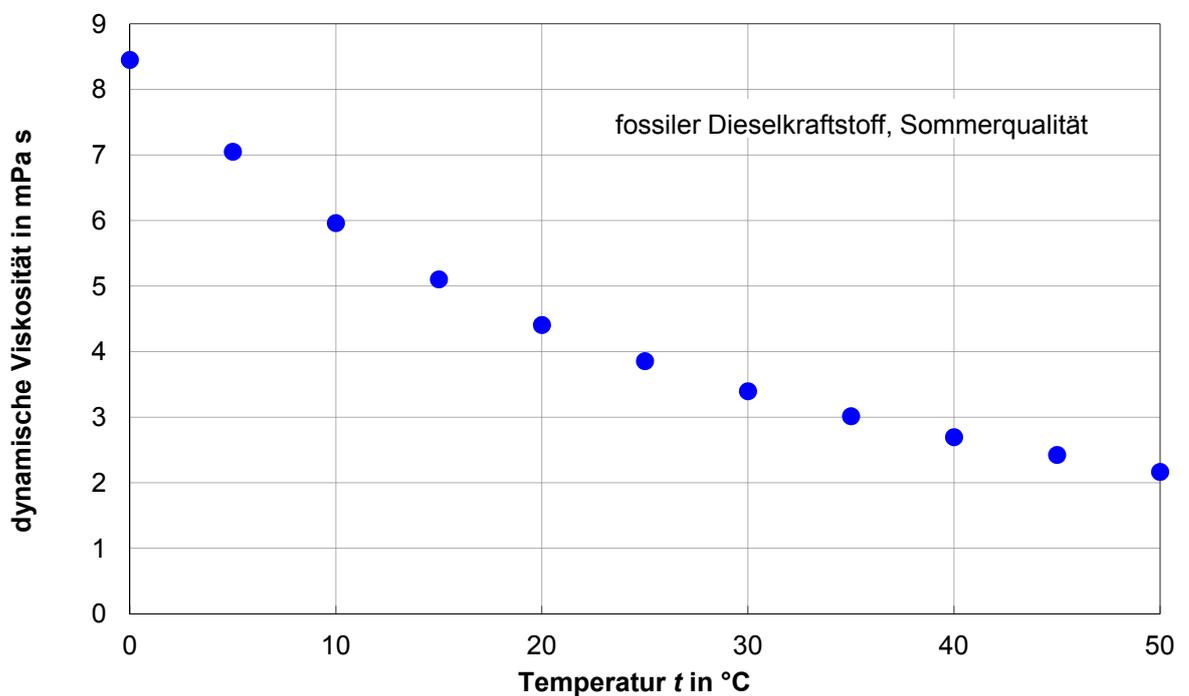


Abb. 2-2: Temperaturabhängigkeit der Viskosität von fossilem Diesel, Sommerqualität. Die Messunsicherheit beträgt 1 % und ist in dieser Auftragung nicht sichtbar.

3 Dichte und Viskosität von reinen Alkanen

Grundlegende Abhängigkeiten der Dichte und des thermischen Ausdehnungskoeffizienten sowie der Viskosität sollen zunächst an reinen Alkanen beschrieben werden.

3.1 Dichte

Die Dichte von Alkanen nimmt mit wachsender Länge der Kohlenstoffkette zu. In guter Näherung ist die Dichte proportional zur reziproken Anzahl der Kohlenstoffatome pro Alkan-Molekül, siehe hierzu auch Abbildung 3-1.

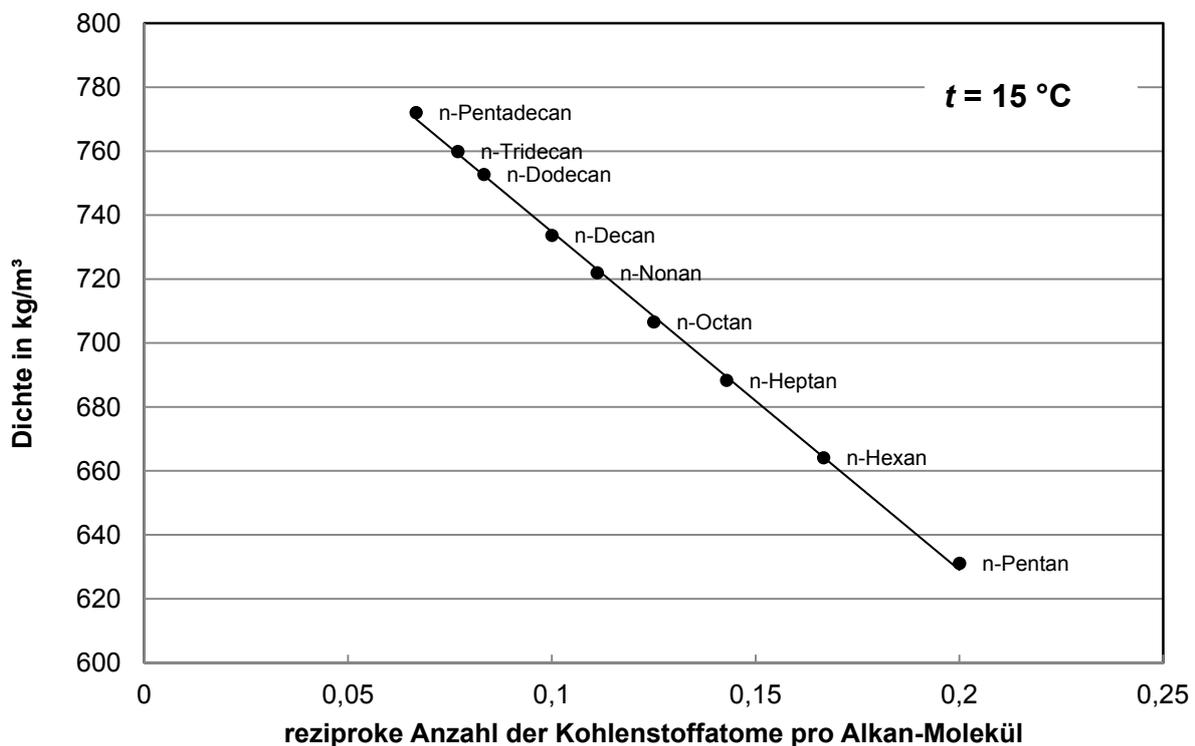


Abb. 3-1: Abhängigkeit der Dichte von Alkanen von der Kohlenstoffketten-Länge. Der funktionale Zusammenhang lässt sich in guter Näherung durch eine Gerade, die reziprok in der Kohlenstoffketten-Länge ist, darstellen.

Die Daten der Abbildung 3-1 lassen sich durch

$$\rho [\text{kg/m}^3] = 840,51 - 1057,4 \cdot n^{-1} \quad n = \text{Anzahl der Kohlenstoffatome pro Alkan-Molekül}$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,9991$ beschreiben.

Ebenfalls seit langem bekannt ist, dass der thermische Ausdehnungskoeffizient mit zunehmender Länge der Kohlenstoffketten abnimmt [1]. Dies ist in Abbildung 3-2 dargestellt.

Zusätzlich zu den reinen n-Alkanen sind hier auch Werte für iso-Octan und für zwei Öle, die in der PTB als Kalibrieröle für Viskosimeter vorgehalten werden, eingetragen. Diese Öle sind aus Alkanen (=Paraffinen) mit längeren Kohlenstoffketten gemischt, ihre genaue Zusammensetzung ist aber nicht

bekannt. Auch diese Flüssigkeiten folgen der grundlegenden Beziehung zwischen Dichte und thermischem Ausdehnungskoeffizienten.

Diese grundlegende Beziehung kann man sich zunutze machen, um den thermischen Ausdehnungskoeffizienten eines Kraftstoffes aus seiner Dichte zu berechnen. Dies geschieht mittels des genormten sogenannten „Verfahrens 2“, das eine Berechnungsvorschrift darstellt [2,3,4].

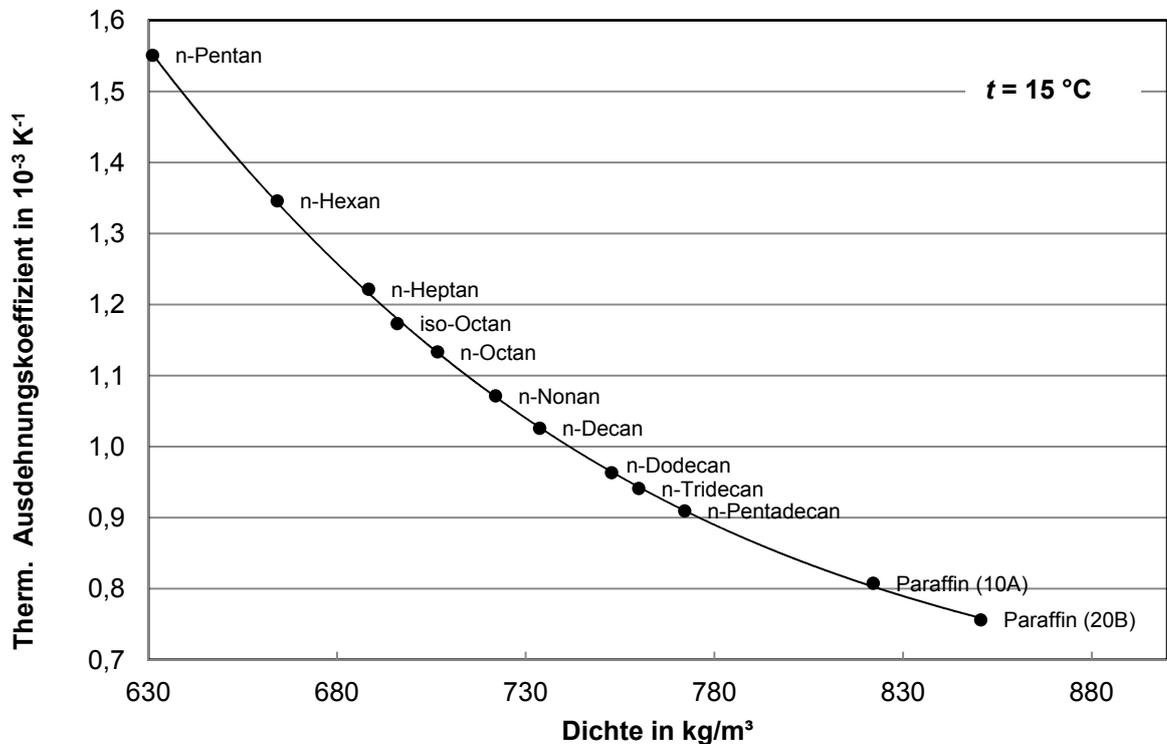


Abb. 3-2: Abhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Alkanen von deren Dichte. Die mit Paraffin 10A und Paraffin 20B bezeichneten Stoffe sind in der PTB verwendete Viskositäts-Kalibrierflüssigkeiten (Öle), die eine Mischung von verschiedenen Alkanen sind, ihre genaue Zusammensetzung ist nicht bekannt.

Kraftstoffe enthalten aber nicht nur Alkane, sondern zu großen Anteilen auch aromatische Kohlenwasserstoffe. Aromatische Kohlenwasserstoffe haben im Vergleich zu Alkanen jedoch bei gleichem Ausdehnungskoeffizienten eine deutlich größere Dichte. Durch Mischen von Alkanen und Aromaten lässt sich deshalb die Dichte bei gleichbleibendem Ausdehnungskoeffizienten verändern, der funktionale Zusammenhang zwischen Dichte und thermischem Ausdehnungskoeffizienten wird damit ebenfalls geändert. Dieses Verhalten ist in Abbildung 3-3 am Beispiel von Mischungen der Alkane n-Hexan und n-Nonan jeweils mit dem aromatischen Kohlenwasserstoff Toluol demonstriert.

Ein besonders illustratives Beispiel ist die Mischung n-Nonan-Toluol. n-Nonan und Toluol haben einen sehr ähnlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten ($1,071 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ und $1,064 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$), aber deutlich unterschiedliche Dichten. Durch Mischen der beiden Komponenten lässt sich bei nahezu gleichbleibendem thermischem Ausdehnungskoeffizienten die Dichte zwischen 722 kg/m^3 und 871 kg/m^3 variieren.

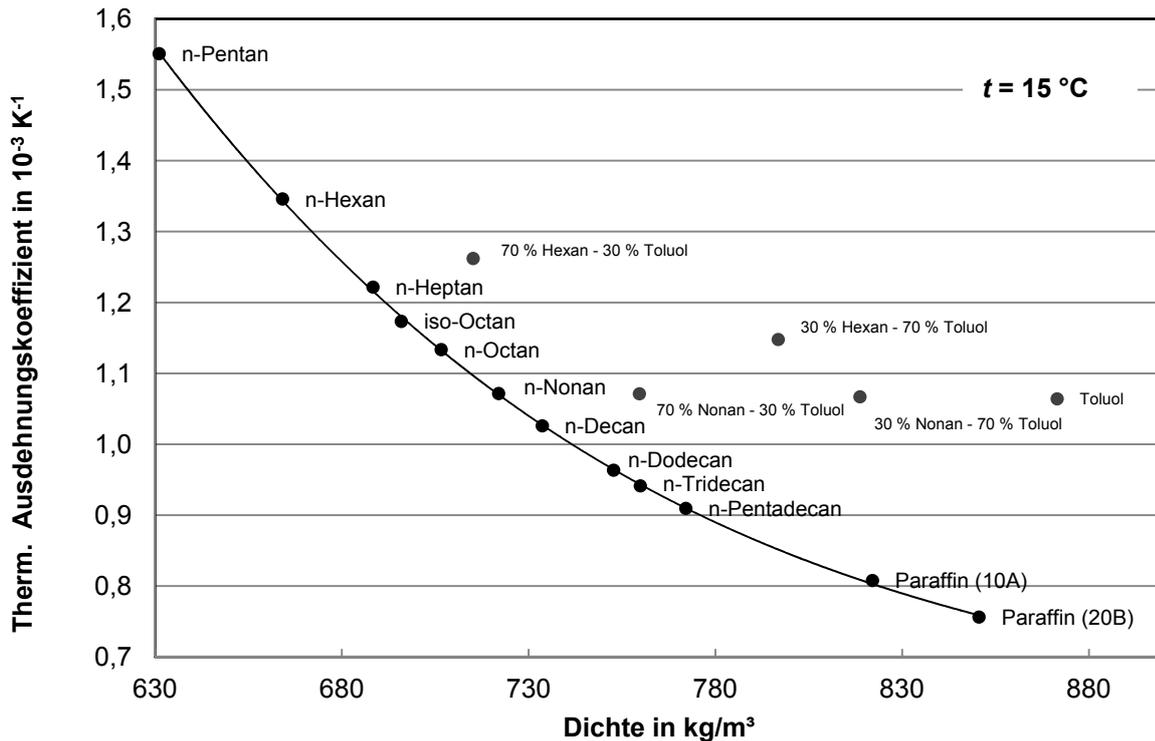


Abb. 3-3: Veränderung der Dichte der Alkane n-Hexan und n-Nonan durch Mischen mit dem aromatischen Kohlenwasserstoff Toluol. In beiden Fällen variieren Dichte und thermischer Ausdehnungskoeffizient etwa linear mit dem Mischungsverhältnis.

Da Benzine in der Regel Mischungen von Alkanen, Aromaten und weiteren Komponenten sind und die Anteile der einzelnen Komponenten regional (oder zeitlich) verschieden sein können, ist eine eindeutige Zuordnung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten zu einer vorgegebenen Dichte deshalb nicht möglich. Es ist mit einer gewissen Streuung der Werte zu rechnen. Das näherungsweise lineare Verhalten ermöglicht eine grobe Berechnung der Werte für eine Mischung, wenn die Ausgangswerte der Komponenten und das Mischungsverhältnis bekannt sind. Allerdings konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht untersucht werden, ob dies auch für Mischungen aus mehreren Komponenten möglich ist.

Ausgehend von dieser Erfahrung stellt sich die Frage, welchen Einfluss die Beimischung von Biokraftstoffen auf die Relation thermischer Ausdehnungskoeffizient zu Dichte hat. Diese Frage ist die wichtigste Motivation für die vorliegende Arbeit. Der thermische Ausdehnungskoeffizient ist wiederum die Basis für die Mengenumwertung auf ein Normvolumen von 15 °C.

Für die Mengenumwertung haben sich zwei Verfahren etabliert, die sich in der Darstellung der Temperaturabhängigkeit unterscheiden. Das erste Verfahren verwendet eine lineare Gleichung mit vorgegebenem thermischem Ausdehnungskoeffizienten zur funktionalen Beschreibung der Temperaturabhängigkeit der Dichte. Das zweite Verfahren („Verfahren 2“), eine Exponentialdarstellung, die mit der Einführung elektronischer Umwerter die lineare Beschreibung weitgehend abgelöst hat, berechnet die thermischen Ausdehnungskoeffizienten aus der Dichte. In den Anhängen „Funktionale Beschreibung der Temperaturabhängigkeit der Dichte ...“ wird ein ausführlicher Vergleich dieser

beiden Darstellungen durchgeführt. Hier sei lediglich darauf verwiesen, dass die lineare Darstellung die Temperaturabhängigkeit der Dichte im fraglichen Bereich zwischen -10 °C und $+50\text{ °C}$ sehr gut beschreibt und Ergebnisse innerhalb der Eichfehlergrenzen garantiert. Sie wird deshalb im Folgenden verwendet, wenn nicht anders angegeben.

3.2 Viskosität

Ebenso wie die Dichte steigt auch die Viskosität von Alkanen mit steigender Länge der Kohlenwasserstoffketten. Der Anstieg der Viskosität ist jedoch deutlich größer als der Anstieg der Dichte. In einer Auftragung der Viskosität gegen die reziproke Anzahl der Kohlenstoffatome pro Alkan-Molekül analog der in Abbildung 3-1 gezeigten Darstellung ist der lineare Anstieg nicht mehr zu erkennen. Für kleine reziproke Werte, also für lange Kohlenstoffketten, erfolgt ein deutlich stärkerer Anstieg der Viskosität.

Dies ist in Abbildung 3-4 an der Reihe von Alkanen gezeigt, die auch für die Messung der Abhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten von der Dichte herangezogen wurde. Während die Erhöhung der Dichte etwa 25 % beträgt, haben wir die Viskosität von Pentadecan 12,8mal größer gemessen als die Viskosität von Pentan.

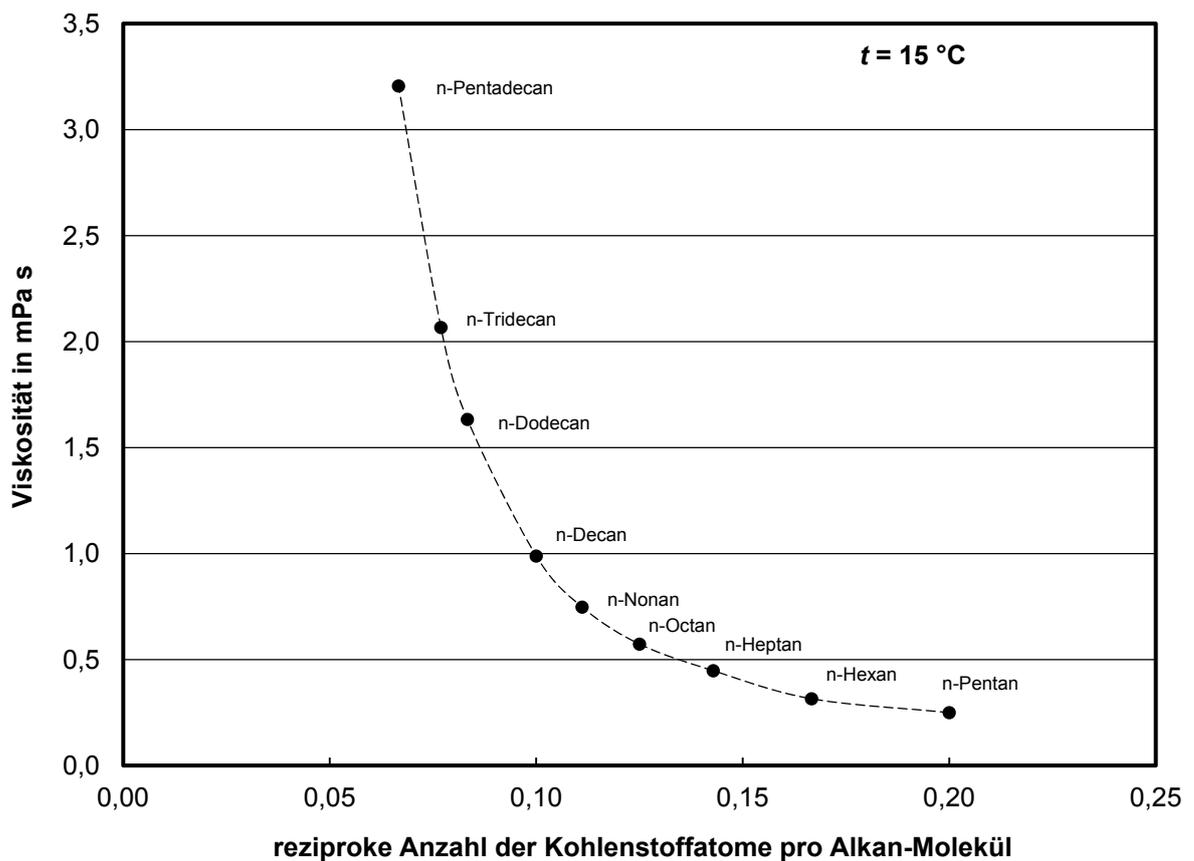


Abb. 3-4: Abhängigkeit der Viskosität von Alkanen von der Kohlenstoffketten-Länge.

Diese stärkere Abhängigkeit legt nahe, die Viskosität analog zum thermischen Ausdehnungskoeffizienten ebenfalls gegen die Dichte aufzutragen. Dies ist in Abbildung 3-5 dargestellt.

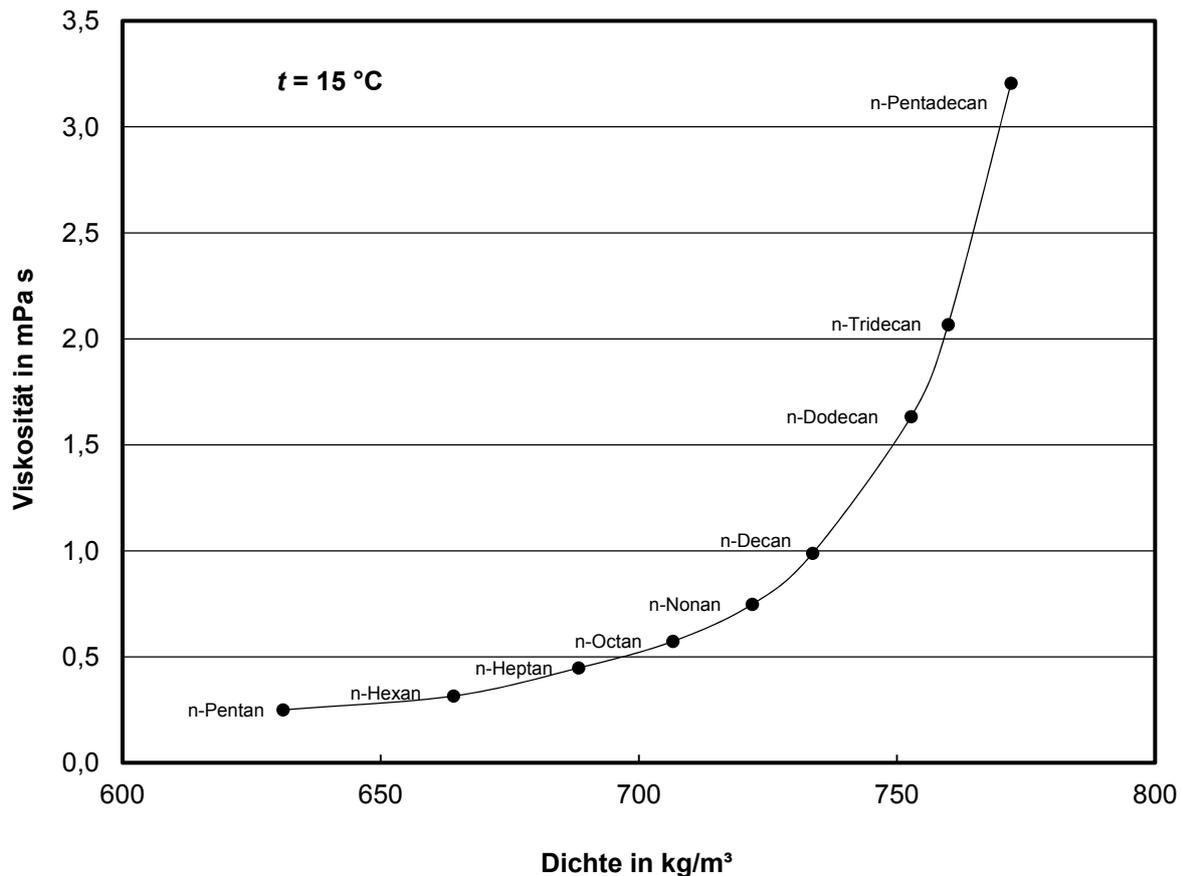


Abb. 3-5: Abhängigkeit der Viskosität von Alkanen von ihrer Dichte.

Wie bei der Relation von thermischem Ausdehnungskoeffizient zu Dichte soll auch bei der Viskosität der Einfluss von aromatischen Zumischungen gezeigt werden. Wieder werden die Mischungsreihen von n-Hexan und n-Nonan mit Toluol betrachtet (Abbildung 3-6).

Wie schon beim thermischen Ausdehnungskoeffizienten ist auch hier eine Verschiebung der Werte im Viskositäts-Dichte-Diagramm zu höheren Dichten zu beobachten, ohne dass die Viskosität sich stark ändert. Allerdings ist hier eine lineare Beschreibung der Mischungsreihen nur eine sehr grobe Näherung.

Es ist deshalb zu vermuten, dass sich bei Kraftstoffen Variationen in der Dichte auch als Änderungen in der Viskosität bemerkbar machen, wobei die Spanne der Viskositätsvariation deutlich größer als die der Dichteviation zu erwarten ist. Der in den Abbildungen 3-5 und 3-6 gezeigte Zusammenhang ermöglicht eine grobe Abschätzung der Relation zwischen Dichte und Viskosität. Da aber auch hier bei der Übertragung auf Kraftstoffe berücksichtigt werden muss, dass mehrere aromatische Verbindungen in unterschiedlicher Konzentration enthalten sein können, können die hier gegebenen Daten deshalb nur als Richtwerte verwendet werden. Es wird deshalb bewusst auf die Angabe einer numerischen Relation verzichtet.

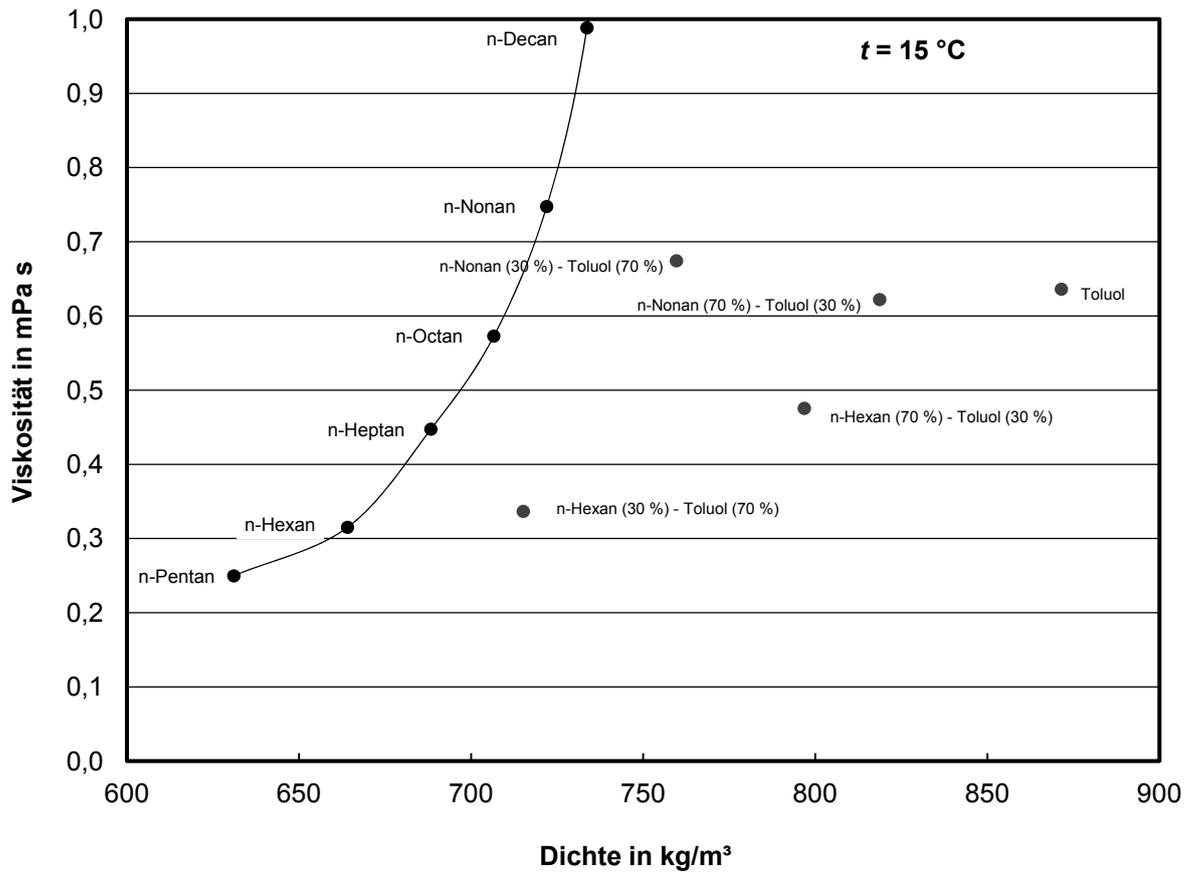


Abb. 3-6: Veränderung der Viskosität der Alkane n-Hexan und n-Nonan durch Mischen mit dem aromatischen Kohlenwasserstoff Toluol. Die Änderung ist in diesem Fall nur unzureichend durch eine lineare Beziehung beschreibbar.

4 Probenstabilität

4.1 Langzeitstabilität

Die Messunsicherheit muss in Relation zur Probenstabilität gewertet werden. Kraftstoffe sind in der Regel keine Reinstoffe im chemischen Sinne, sondern ein Gemisch aus verschiedenen Komponenten mit sehr unterschiedlichen Materialparametern. Deshalb sind Veränderungen der Zusammensetzung durch chemische Umsetzungen zu erwarten, vor allem dürften durch Licht induzierte Crackprozesse und Oxidationsprozesse auftreten. An physikalischen Prozessen ist die Verdunstung von leichtflüchtigen Komponenten z. B. beim Umfüllen zu nennen.

Die für die hier beschriebenen Messungen verwendeten Proben wurden in unterschiedlichen Behältern (Metall- und Kunststoff-Kanistern, Glasflaschen, Metallflaschen) angeliefert. Auch der Füllgrad der Behälter war unterschiedlich. Veränderungen der Kraftstoffe während des Abfüllens in diese Behälter sowie während Transport und Lagerung müssen deshalb einkalkuliert werden.

Vor allem Benzine haben wegen ihres großen Dampfdruckes eine hohe Anfälligkeit gegen Verdunstung, sind also besonders problematisch beim Umfüllen. Aber auch Diffusion durch die Behälterverschlüsse spielt eine Rolle bei der Lagerung.

Bei Dieseln ist dieser Verdunstungseinfluss deutlich geringer, fossile Diesel haben sich als recht stabil erwiesen. Biodiesel hingegen können durch Oxidationsprozesse verändert werden. Ein weiteres Problem ist, dass die Behälter für Biodiesel häufig nach einiger Zeit auf der Außenfläche mit einem Schmierfilm überzogen waren, dessen Ursprung nur mit Diffusion durch Kunststoffwände oder Kunststoffdichtungen zu erklären ist. Dies kann natürlich die Zusammensetzung und damit die Stoffeigenschaften verändern.

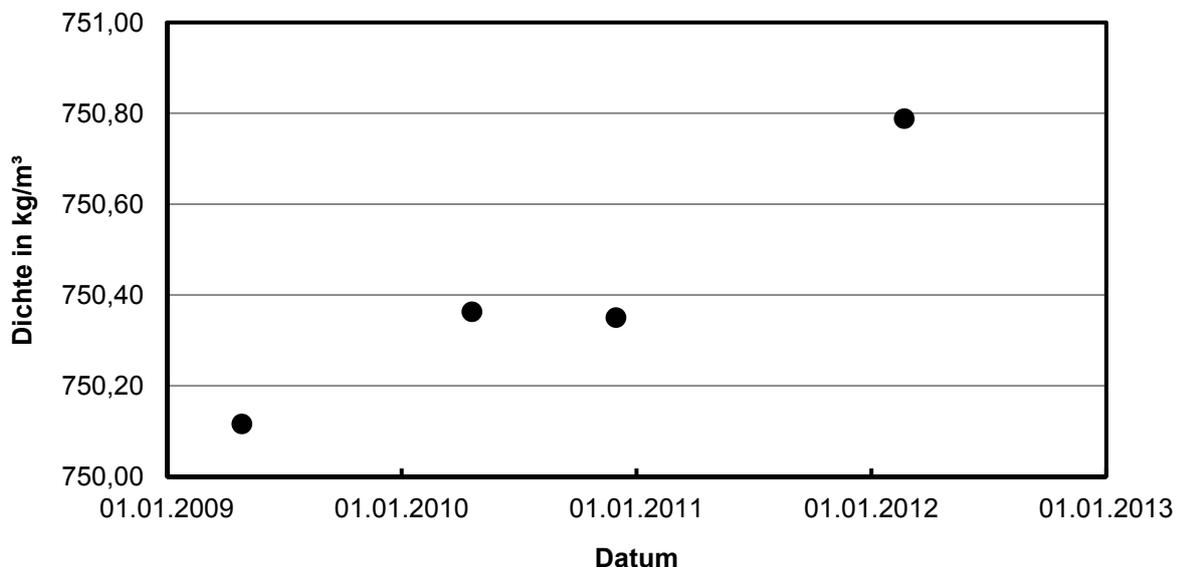


Abb. 4-1: Zeitliche Veränderung der Dichte von fossilem Ottokraftstoff OK98, Sommerqualität, Wert bei 15 °C

Die **trotz sachgerechter Lagerung nicht zu vermeidende Veränderung** der Kraftstoffdichten ist in den Abbildungen 4-1 bis 4-5 an fünf Beispielen gezeigt. Für diese Langzeitmessungen wurden Proben in 500 ml-Braunglasflaschen mit Kunststoffverschluss bei Raumtemperatur unter Lichtabschluss gelagert. Der Füllgrad betrug mehr als 400 ml. Einmal jährlich wurde eine 10 ml-Probe gezogen und vermessen.

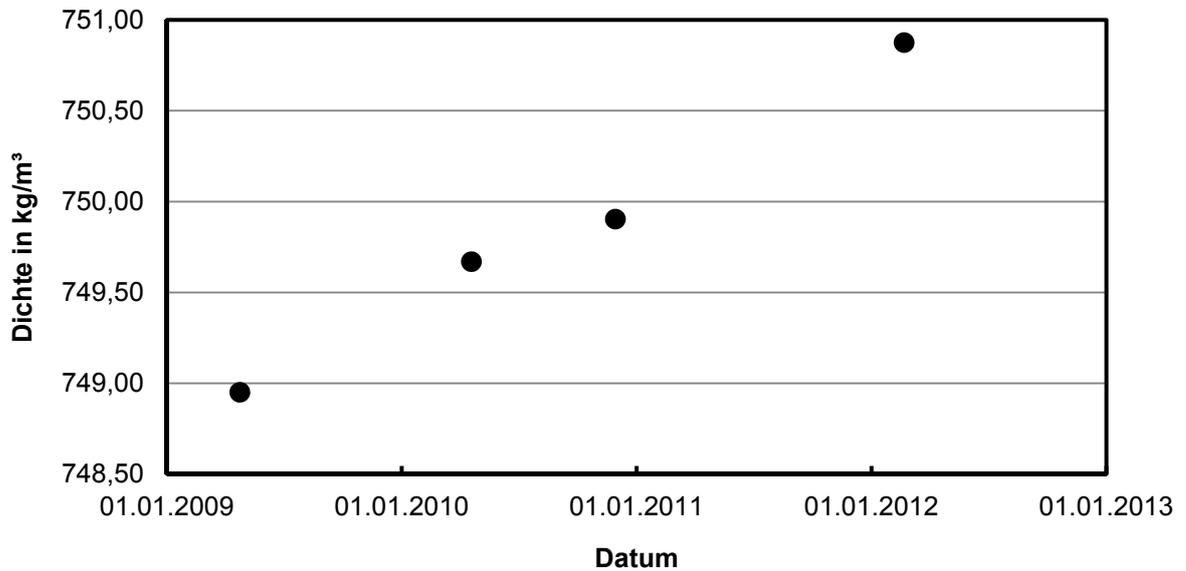


Abb. 4-2: Zeitliche Veränderung der Dichte von fossilem Ottokraftstoff OK98, Winterqualität, Wert bei 15 °C

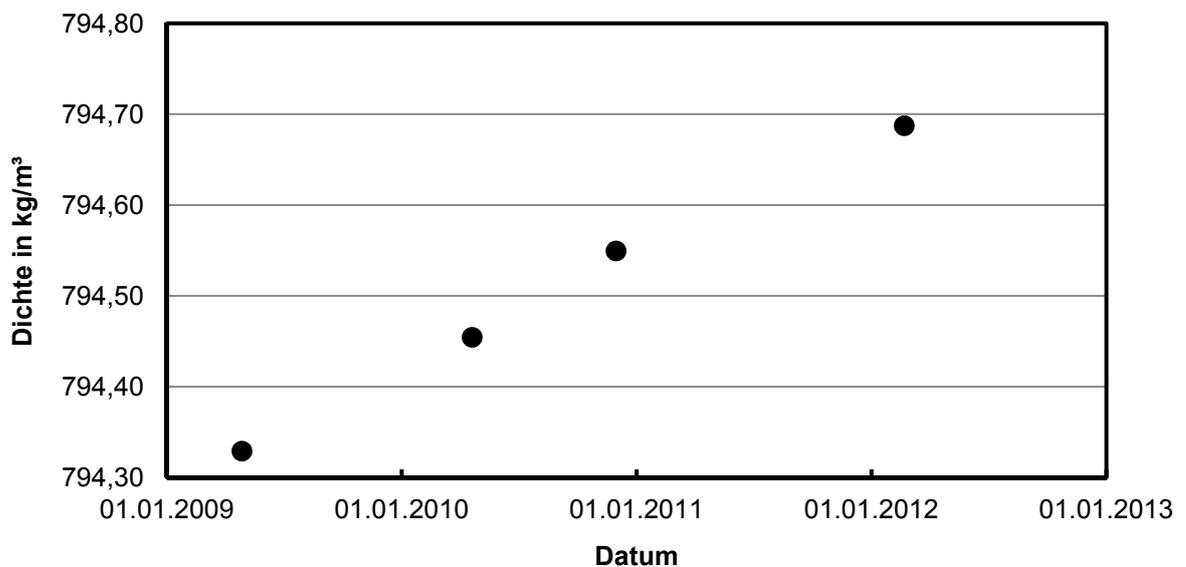


Abb. 4-3: Zeitliche Veränderung der Dichte von Bioethanol, Wert bei 15 °C

Während die Dichteänderung beim Sommer-Ottokraftstoff über den Beobachtungszeitraum von 3 Jahren weniger als 1 kg/m³ beträgt, ist dieser Wert bei der Winterqualität mehr als doppelt so groß,

etwa 2 kg/m^3 . Als Ursache kann man die Verdunstung von niedrigsiedenden Kohlenwasserstoffen, die eine geringere Dichte haben, annehmen. Beim Winterkraftstoff macht sich deutlich der größere Anteil an niedrigsiedenden Kohlenwasserstoffen mit ihrem größeren Dampfdruck bemerkbar, die Verdunstungsrate ist entsprechend größer.

Beim Bioethanol ist ebenfalls eine Zunahme der Dichte im Beobachtungszeitraum auszumachen, die Dichteänderung beträgt etwa $0,5 \text{ kg/m}^3$. Die Erhöhung kann auf die Zunahme des Wassergehaltes durch Wasserdampfaufnahme aus der Luft erklärt werden. Der Wassergehalt der in Abbildung 4-3 gezeigten Probe stieg von $0,18 \%$ zu Beginn der Untersuchung auf $0,35 \%$ zum Zeitpunkt der letzten Messung. Die Wassergehaltsbestimmungen wurden mit der Karl-Fischer-Titration durchgeführt, die Messunsicherheit schätzen wir auf kleiner als $0,01 \%$ ab. Eine Dichtezunahme von $0,5 \text{ kg/m}^3$ entspricht laut Alkoholtafeln einer Zunahme des Wassergehaltes von $0,16 \%$. Sowohl die 2009 gemessene gegenüber dem Dichtewert von reinem Ethanol erhöhte Dichte als auch der 2012 gemessene Wert passen gut zu den gemessenen Wassergehaltswerten.

Eine genauere Untersuchung müsste auch die Messung der Anteile höherer Alkohole und von Methanol umfassen, dies war uns nicht möglich. Hier könnte die größere Verdunstungsrate von geringen Anteilen Methanol, aber auch die durch die Verdunstung des Ethanols selbst bedingte Anreicherung mit höheren Alkoholen eine Rolle spielen.

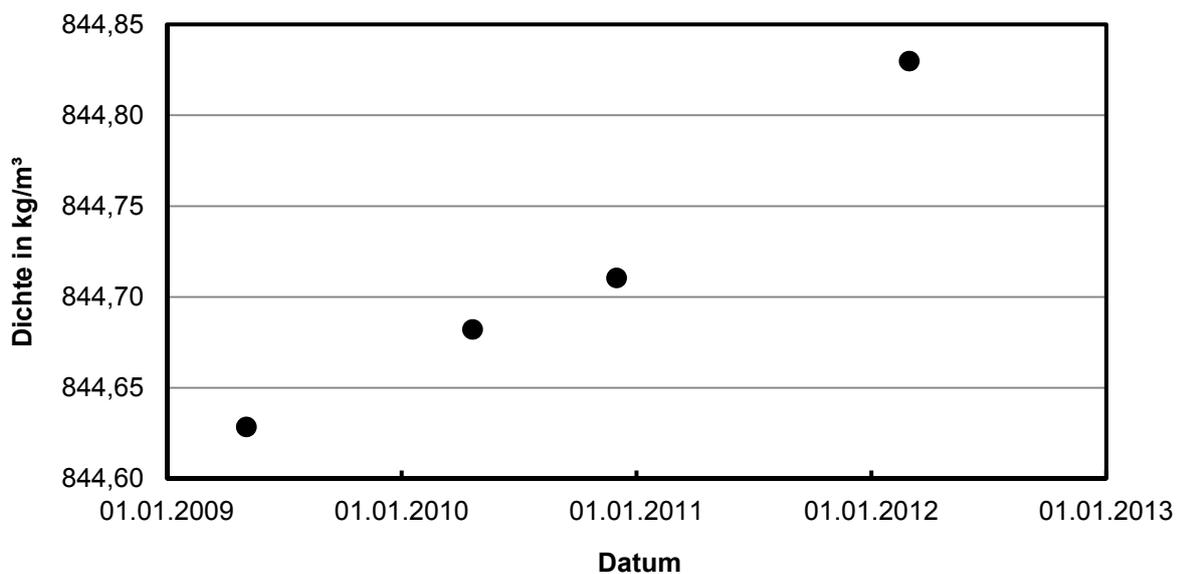


Abb. 4-4: Zeitliche Veränderung der Dichte von fossilem Diesel, Winterqualität, Wert bei $15 \text{ }^\circ\text{C}$

Die im Beobachtungszeitraum gemessenen Dichteänderungen von fossilem Diesel und dem Biodiesel Rapsölmethylester ist deutlich geringer als die Dichteänderung der Ottokraftstoffe. Der Wert beträgt etwa $0,20 \text{ kg/m}^3$ für fossilen Diesel und etwa $0,25 \text{ kg/m}^3$ für den Biodiesel. Neben der eher geringen Verdunstung sind Oxidationsprozesse hier wohl die Hauptursache für die Dichteänderungen.

Der Vergleich von Messwerten auch an Proben aus der gleichen Quelle muss diese Veränderungsprozesse mit ins Kalkül ziehen. Strategien zur Verringerung der Effekte wie Einschließen in zugeschmolzenen Glasampullen oder Lagerung bei Temperaturen unter $10 \text{ }^\circ\text{C}$ dürften häufig an

fehlenden technischen Möglichkeiten scheitern und sind natürlich nur für Laborproben möglich.

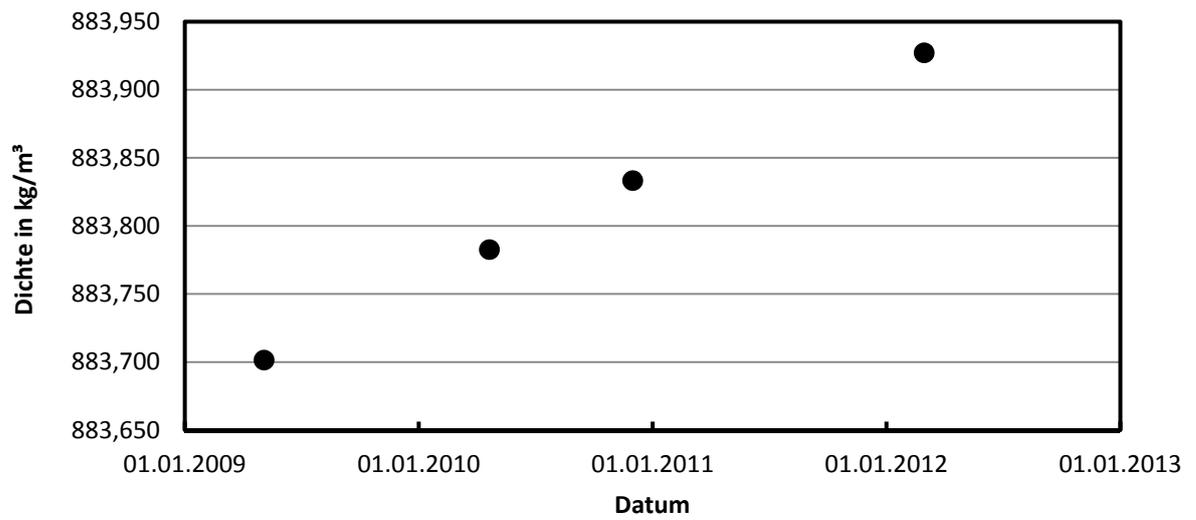


Abb. 4-5: Zeitliche Veränderung der Dichte von Biodiesel (Rapsölmethylester RME), Wert bei 15 °C

4.2 Reproduzierbarkeit der Messergebnisse

An jeder Kraftstoffprobe wurden 2 Messungen, die jeweils den gesamten Temperaturbereich abdecken, durchgeführt, um Fehlfüllung oder Fehlbedienung erkennen zu können. Die Unterschiede in den Ergebnissen liegen bei Benzinproben typisch bei $0,050 \text{ kg/m}^3$, in Einzelfällen aber auch bei $0,100 \text{ kg/m}^3$. Als Ursache kann Verdunstung beim Abfüllen/Umfüllen angenommen werden. Dagegen sind die Unterschiede zwischen zwei Messungen bei den Dieselprouben völlig vernachlässigbar, sie liegen in der Regel bei weniger als $0,005 \text{ kg/m}^3$.

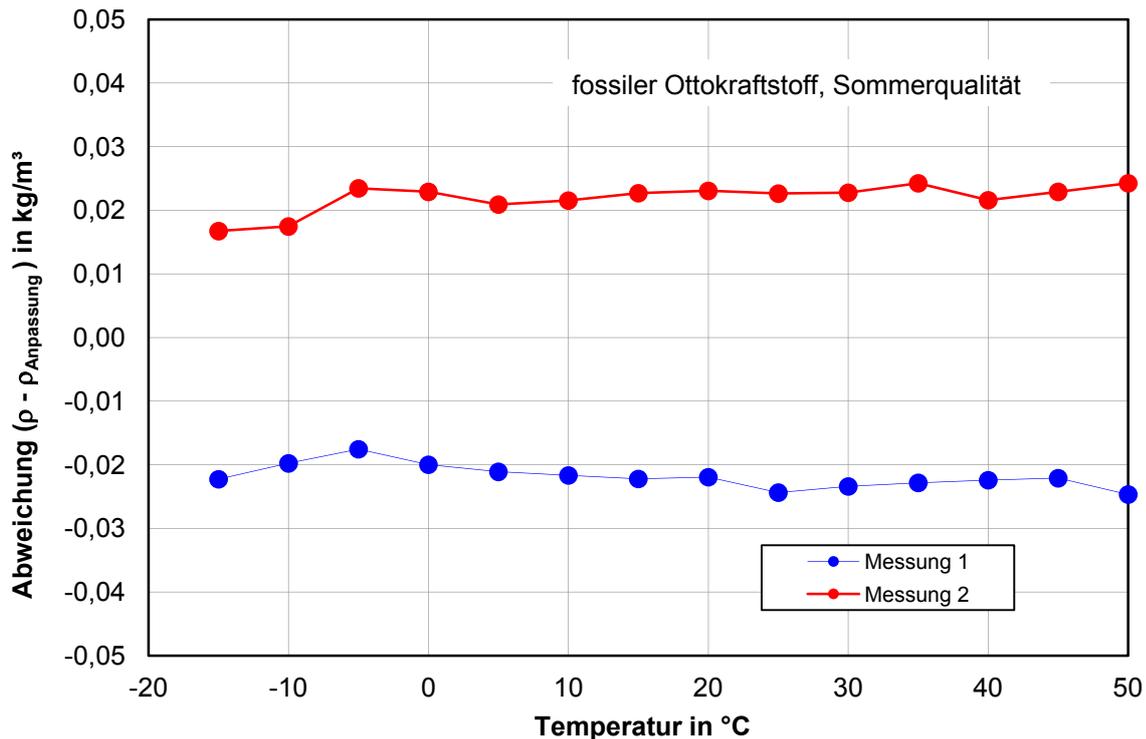


Abb. 4-6: Reproduzierbarkeit der Messergebnisse, fossiler Ottokraftstoff, OK98. Abweichung der Messdaten vom gemeinsamen Mittelwert.

Als Beispiel ist in Abbildung 4-6 diese Abweichung für fossiles Benzin, OK 95, Sommerqualität, dargestellt. Abbildung 4-7 zeigt die gleiche Auftragung für die in Abbildung 2-1 bereits gezeigte Messung an reinem fossilem Diesel. Aufgetragen ist jeweils die Abweichung der Messpunkte der beiden Messreihen von einer Polynomannpassung durch alle Messpunkte. In diesem Fall ist die Anpassung durch ein Polynom 3. Grades erfolgt, da sich so die große Reproduzierbarkeit besser darstellen lässt.

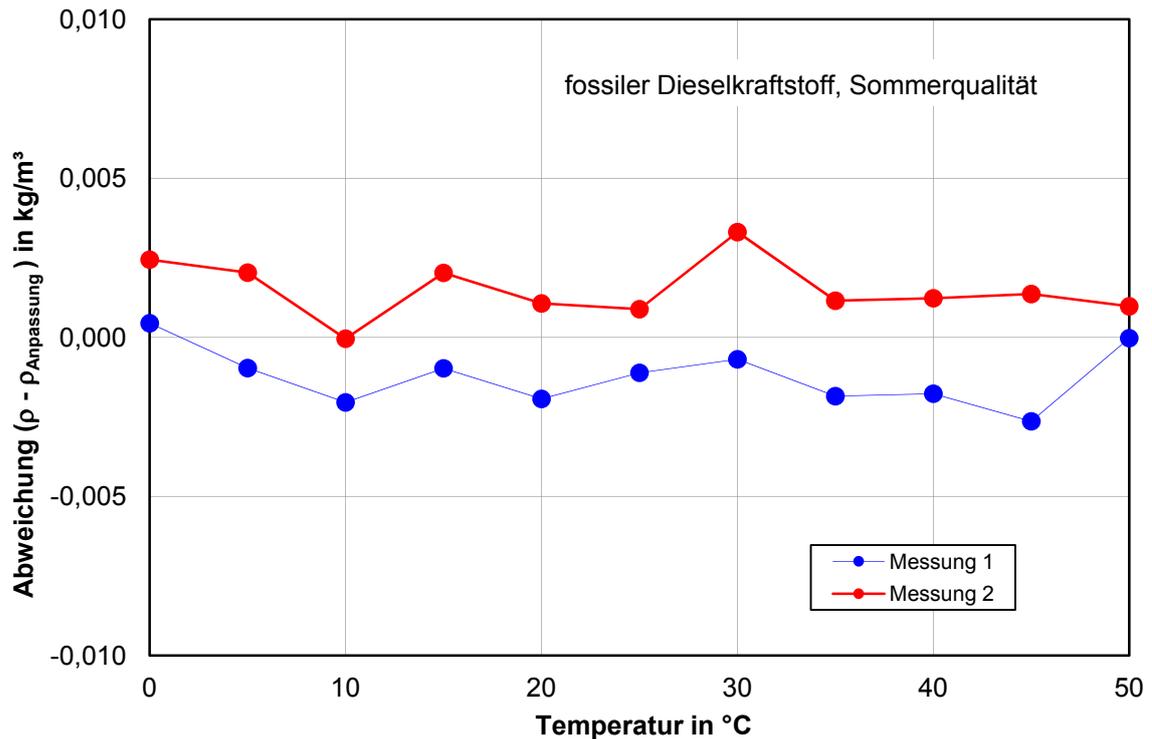


Abb. 4-7: Reproduzierbarkeit der Messergebnisse, fossiler Sommerdiesel. Abweichung der Messdaten von einer Polynom Anpassung aller Messpunkte.

Beide Darstellungen können als repräsentativ für ihre jeweilige Kraftstoffklasse angesehen werden. Die Darstellung der Dieselprobe beschränkt sich auf den Temperaturbereich oberhalb 0 °C.

Die Bildung von festen Ausscheidungen setzt bei fossilem Diesel etwa ab 0 °C ein (bei Biodieseln teilweise bereits bei höheren Temperaturen). Die feste Phase hat eine etwas größere Dichte, der Beginn der Bildung von festen Partikeln macht sich deshalb in einem Abknicken der Dichte-Temperatur-Kurve zu größeren Dichten bemerkbar, weil das Messgerät die aus Flüssigkeitsdichte und Partikeldichte zusammengesetzte Dichte misst.

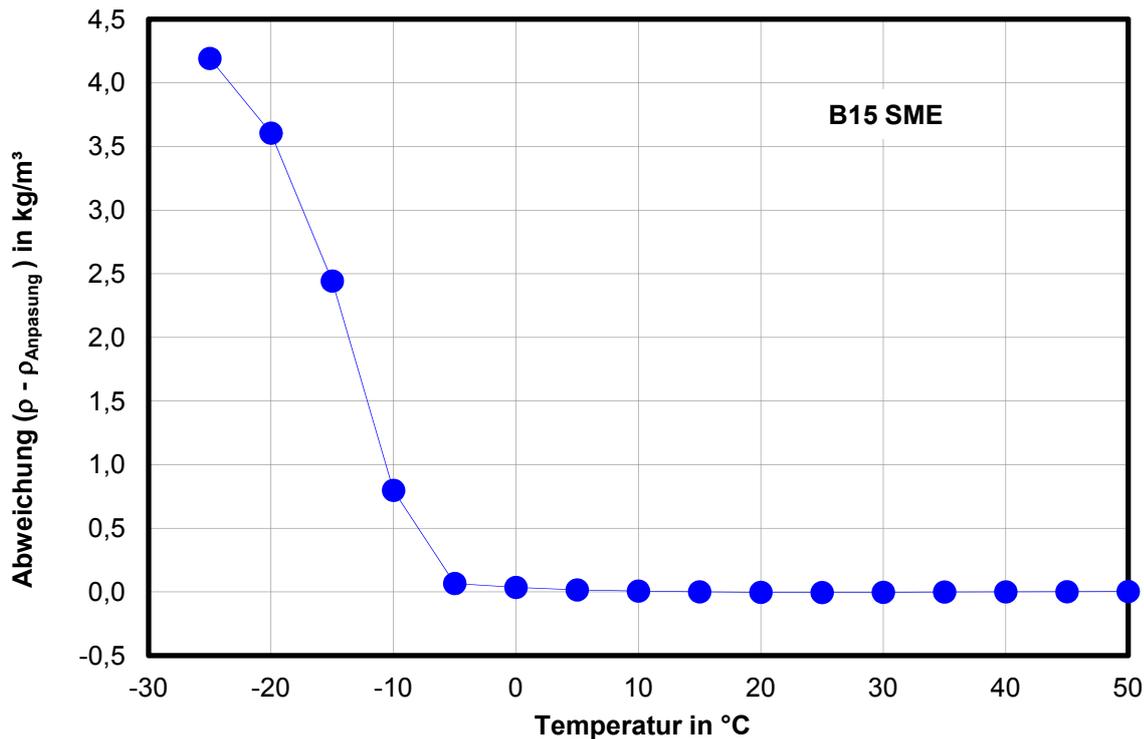


Abb. 4-8: Abhängigkeit der Dichte von B15 SME (der fossile Anteil ist Diesel in Sommerqualität) von der Temperatur mit linearer Anpassung an die oberhalb 10 °C gemessenen Werte. Die durch Verfestigungsprozesse hervorgerufene Dichteerhöhung beträgt bei $t = -15$ °C etwa $2,5 \text{ kg/m}^3$.

In Abbildung 4-8 ist der Einfluss eines solchen Ausscheidungsprozesses auf die Dichte an einer Mischung B15 SME dargestellt. Die Bezeichnung B15 entspricht der üblichen Nomenklatur, d. h. die Mischung enthält 15 Volumenprozent Biodiesel, bezogen auf die Referenztemperatur 15 °C. Bei dieser Messung wurde der Kraftstoff bei 20 °C in das Messgerät eingefüllt, auf 50 °C geheizt und dann zur Messung in 5 K-Schritten abgekühlt. Die Darstellung zeigt der besseren Auflösung wegen die Abweichung der Messergebnisse von einer linearen Approximation. Für deren Berechnung wurden lediglich die Messwerte herangezogen, die bei Temperaturen oberhalb 5 °C gemessen wurden. Diese Art der Auftragung würde als Abweichung immer Null ergeben, wenn eine lineare Temperaturabhängigkeit der Dichte vorliegt. Nimmt man vernünftigerweise an, dass die bei höheren Temperaturen geltende lineare Änderung der Dichte mit der Temperatur auch bei tieferen Temperaturen gelten würde, wenn keine Verfestigungsprozesse vorlägen, so ist in dieser Auftragung nur der durch die Verfestigungsprozesse erzeugte Dichteanstieg zu sehen. Dieser ist deutlich unterhalb 0 °C zu erkennen, er erreicht bei -15 °C $2,5 \text{ kg/m}^3$.

Die Messwerte in diesem Bereich, in dem Verfestigungsprozesse auftreten, sind nicht so gut reproduzierbar wie die Messungen an rein flüssigem Material. Dies ist zu einem geringen Anteil messgerätebedingt. Die Bewegung der festen Teilchen im Schwingungsfeld des Biegeschwingers führt zu leichten Instabilitäten. Größeren Einfluss hat aber das zeitliche Verhalten des Ausscheidungsprozesses, das stark durch das Vorhandensein von Kondensationskeimen und das zeitliche Verhalten von Keimwachstums- und Diffusionsprozessen beeinflusst sein dürfte und deshalb

keine sehr gute zeitliche Reproduzierbarkeit aufweist. Die vorliegenden Messungen erlauben keine Rückschlüsse auf die hier vorliegenden Reaktionsgeschwindigkeiten, weil die Abkühlgeschwindigkeit zu langsam ist. Eine Untersuchung der Dichteentwicklung auf einer längeren Zeitskala ist jedoch möglich.

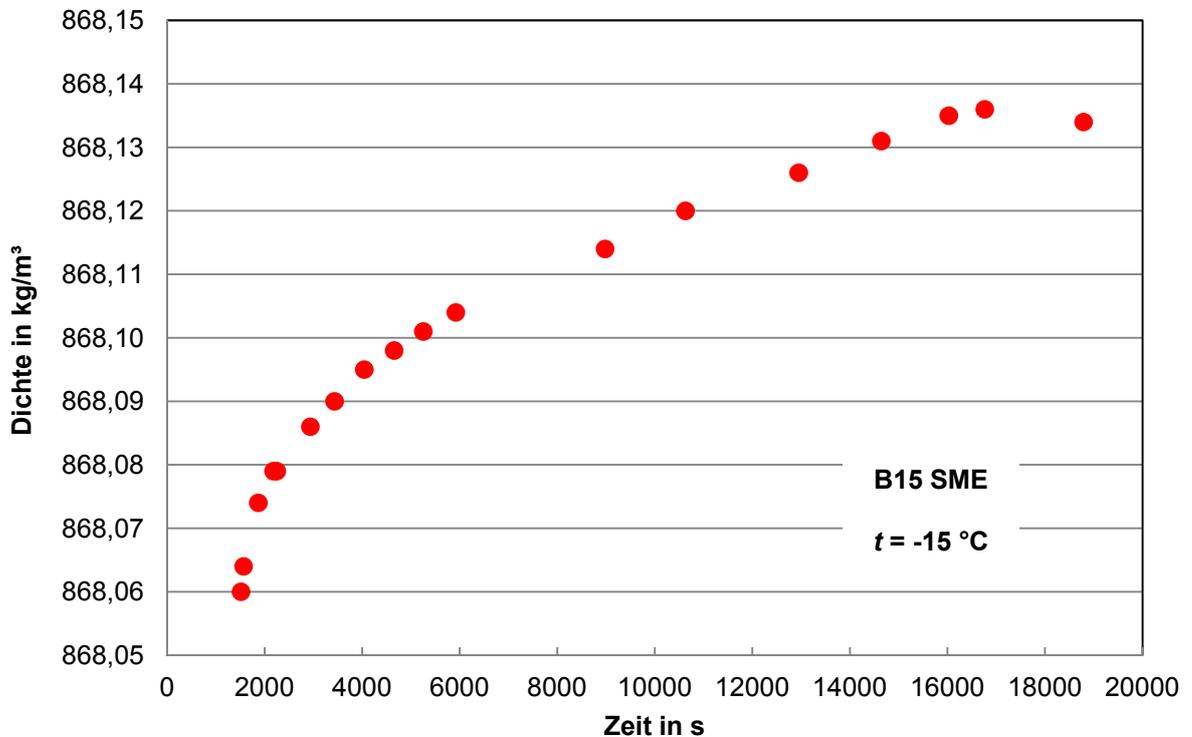


Abb. 4-9: Zeitliche Veränderung der Dichte eines auf einer konstanten Temperatur von -15 °C gehaltenen Diesel-Blends mit 15 % Sojaölmethylester (B15 SME, fossiler Anteil Sommerqualität).

Für diese Messung wurde der Kraftstoff, in diesem Fall ein Blend mit dem Biodiesel Sojaölmethylester (SME) bei 20 °C in das Messgerät gefüllt und dann so schnell wie möglich auf -15 °C abgekühlt und dann auf dieser Temperatur gehalten. Die Abkühlzeit bis zur stabilen Einstellung der Zieltemperatur betrug etwa 1500 Sekunden. Erst von diesem Zeitpunkt an lag am Biegeschwinger ein stabiles Messsignal an und die Dichtemessung konnte begonnen werden. Nach unseren Erfahrungen ist wegen des schnellen Abkühlens während der Zeitspanne 1500 Sekunden bis 1800 Sekunden noch mit einem verzögerten Temperaturangleich innerhalb der Flüssigkeit zu rechnen, es kann deshalb nicht ausgeschlossen werden, dass ein Dichteanstieg hier zusätzlich noch durch den Temperaturangleich bedingt ist. Nach 1800 Sekunden (das entspricht dem 3. Messpunkt in Abbildung 4-9) kann von Temperaturstabilität auch in der Flüssigkeit ausgegangen werden. Der in Abbildung 4-9 gezeigte Dichteanstieg ist deshalb in diesem Bereich allein auf die Zunahme der Zahl und Größe fester Ausscheidungen zurückzuführen. Der Dichteanstieg beträgt in den folgenden 5 Stunden noch etwa 0,1 kg/m³, eine Sättigung ist nach 5 Stunden noch nicht abzusehen. Diese Messung zeigt lediglich den „Nachhall“ der Verfestigungsprozesse, deutet aber die Kinetik der ablaufenden Prozesse gut an. Eine ausführlichere Untersuchung der Solidifizierungsprozesse war, wie bereits erwähnt, mit unseren Apparaturen nicht

möglich. Natürlich findet die größte Zahl der Ausscheidungsvorgänge in der Anfangsphase (bereits während des Abkühlens) statt, hier angedeutet durch den steilen Anstieg der ersten Messpunkte. Die in diesem Bereich gemessene Dichte kann deshalb nur eingeschränkt als Materialparameter angesehen werden, da sie ein Zwei-Phasen-Gemisch beschreibt. Ignoriert man dies, so sollte der Dichte in diesem Bereich zumindest eine deutlich größere Messunsicherheit zugesprochen bekommen, die größer als $0,5 \text{ kg/m}^3$ anzusetzen wäre.

5 Regionalproben

Neben der Reproduzierbarkeit der Messergebnisse aufgrund von Messunsicherheiten und der Stabilität der zur Verfügung stehenden Proben stellt sich die Frage, wie die Verteilung der Materialparameter aussieht, wenn Proben aus regional verschiedenen Quellen gemessen werden. Mit anderen Worten: Wie unterschiedlich sind nominell gleiche Kraftstoffe in Bezug auf Dichte und Viskosität?

Um diese Frage zu beantworten, wurden mit Hilfe der DGMK (Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V., Hamburg) bei bis zu 18 verschiedenen Raffinerien in Deutschland Proben gesammelt, die aus der Produktion entnommen wurden, also die Kraftstoffe widerspiegeln, die wirklich verkauft werden. Bei der Herkunft der Proben wurde darauf geachtet, Deutschland möglichst flächendeckend abzubilden. Die Proben wurden von der DGMK anonymisiert an die PTB geschickt, da nicht alle Lieferanten bereit waren, die Daten ihrer Kraftstoffe unverschlüsselt offenzulegen. Die gesammelten Proben sind deshalb in diesem Bericht nur mit den Kennzahlen 1 bis 18 versehen.

Für jede Probe wurden die Dichte und die Viskosität in der oben angesprochenen Weise gemessen.

Geliefert und untersucht wurden in Sommerqualität Dieselkraftstoff (SDK), Ottokraftstoff OK95 und OK98 (SOK), Heizöl HEL und Heizöl HEL schwefelarm (SHEL und SHEL-Sarm). In Winterqualität wurde ebenfalls Dieselkraftstoff (WDK), Ottokraftstoff OK95 und OK98 mit unterschiedlichem Ethanolgehalt (WOK) sowie Heizöl HEL und Heizöl HEL schwefelarm (WHEL und WHEL-Sarm) untersucht. Eine Aufstellung der gelieferten Proben ist in den Tabellen 1a für Sommerkraftstoffe und 1b für Winterkraftstoffe gegeben. Sind einzelne Felder nicht besetzt, wurde von der Bezugsstelle keine entsprechende Probe geliefert.

An dieser Stelle soll lediglich auf die Verteilung der Messwerte bei 15 °C als repräsentative Daten eingegangen werden. Tabelle 2 listet alle arithmetischen Mittelwerte der einzelnen Produktgruppen auf. Für eine weitergehende Einzeldarstellung aller Ergebnisse für die verschiedenen Kraftstoffgruppen bzw. Brennstoffgruppen sei auf Anhang 3 und Anhang 4 verwiesen, dort sind sowohl Einzeldiagramme als auch eine tabellarische Auflistung aller Messdaten zu finden. Diese Auflistung ist aus Gründen der Übersichtlichkeit auf die jeweils erste von zwei Messungen beschränkt, siehe hierzu auch Kapitel 4.2.

Für die eichrechtliche Bewertung der Mengenumwertung ist es nicht ausreichend, nur einen Mittelwert und dessen Standardabweichung anzugeben. Die Angabe der Extremwerte und der Differenz zwischen diesen ist hier ebenfalls sehr aussagekräftig. Sie erlaubt eine Aussage, ob „Abweichler“ eichrechtlich noch korrekt erfasst werden können. Diese Daten sind ebenfalls in Tabelle 2 erfasst, in den Diagrammen in Anhang 3 ist die relative Differenz zwischen Maximal- und Minimalwert angegeben. Sie ist auf den jeweiligen Mittelwert normiert und dort mit „Spanne“ bezeichnet.

Die relativen Standardabweichungen aller Dichten von Produkten einer Gruppe liegen zwischen 0,6 % und 1,4 %. Die Kraft- und Brennstoffe sind also bezüglich ihrer Dichten sehr homogen. Die Spannen, die Differenzen zwischen maximaler und minimaler Dichte, schwanken zwischen 1,9 % und

5,2 %, häufig bedingt durch lediglich ein oder zwei Proben, die deutlich andere Dichten aufweisen als das Gros der untersuchten Proben.

Die thermischen Ausdehnungskoeffizienten zeigen prinzipiell ähnliches Verhalten. Es ist zu beachten, dass der in Kapitel 2 angesprochene generelle funktionale Zusammenhang Dichte-Vergrößerung bedeutet Ausdehnungskoeffizient-Verkleinerung pauschal auch hier gilt. Die Standardabweichungen und Spannen sind hier fast immer deutlich (Faktor 2) größer als bei den Dichtewerten.

Das deutsche Eichrecht schreibt für die thermische Mengenumwertung eine Eichfehlergrenze von 0,2 % vor. Eine einfache Beispielrechnung ermöglicht, die Spanne der thermischen Ausdehnungskoeffizienten zu ermitteln, die diese Eichfehlergrenze nicht überschreitet.

Betrachtet sei dazu eine Temperatur-Mengenumwertung von $t = +50\text{ °C}$ auf $t_0 = +15\text{ °C}$, also um die größte Temperaturdifferenz, die eichrechtlich vorgeschrieben ist.

Mit einem linearen Ansatz für die thermische Ausdehnung ergibt sich:

$$V_{15} = V_{50} (1 - k_0 \cdot \Delta t) = V_{50} (1 - k_0 \cdot 35\text{ K})$$

Zur weiteren Vereinfachung sei ein thermischer Ausdehnungskoeffizient $k_0 = 1,25 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$ für Ottokraftstoffe und $k_0 = 0,84 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$ für Dieseldieselkraftstoffe angenommen, also Werte, die etwa den Mittelwerten aller gemessenen Koeffizienten entsprechen.

Für Ottokraftstoffe ergibt dies:

$V_{15}/V_{50} = 0,95625$, erlaubt ist mit der Eichfehlergrenze 0,2 % aber $V_{15}/V_{50} = 0,95625 \pm 0,002$.

Dies ist erfüllt für $k = k_0 (1 \pm 4,57\text{ %})$.

Die gleiche Rechnung für Dieseldieselkraftstoffe ergibt:

$V_{15}/V_{50} = 0,9706$, erlaubt ist mit der Eichfehlergrenze 0,2 % aber $V_{15}/V_{50} = 0,9706 \pm 0,002$.

Dies ist erfüllt für $k = k_0 (1 \pm 6,80\text{ %})$.

Die größere erlaubte Spanne in k_0 für Dieseldieselkraftstoffe resultiert aus dem kleineren thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Bei Verwendung des Verfahrens 2 (exponentielle Darstellung) ergeben sich etwas kleinere Spannen von 4,47 % und 6,70 %.

Die Viskositätswerte zeigen verglichen mit den Dichtewerten deutlich vergrößerte Standardabweichungen und Differenzen zwischen Maximal- und Minimalwert. Während die Standardabweichungen zwischen 3,7 % und 19,7 % schwanken, gibt es bei den „Spannen“ Unterschiede bis zu 60,9 %. Dieser Wert ist, wie beschrieben, auf den gemeinsamen Mittelwert bezogen, die absoluten Minimal- und Maximalwerte betragen in diesem Fall 3,06 mPa s und 5,55 mPa s. Der Grund für diese starken Unterschiede in der Viskosität ist in der in Kapitel 3 beschriebenen stärkeren Abhängigkeit der Viskosität von der Länge der Kohlenstoffketten zu suchen. Entsprechend reagiert die Viskosität schon auf kleine Änderungen der Zusammensetzung der Kraftstoffe deutlich stärker als die Dichte. Verzweigte Kohlenstoffketten und aromatische Verbindungen vergrößern diesen Effekt noch.

Tabelle 1a: Aufstellung der für die Untersuchung der Streuung der Materialparameter gesammelten Proben (Sommerqualität). Die fortlaufenden Nummern bezeichnen die Probenlieferanten. In Klammern ist die Beimengung von Bioanteilen gegeben.

Diesel	Heizöl HEL	Heizöl HEL schwefelarm	Ottokraftstoff OK98	Ottokraftstoff OK98	Ottokraftstoff OK95	Ottokraftstoff OK95
SDK-01 (B7)		SHEL-Sarm-01 (B7)	SOK98-01 (E5)		SOK95-01 (E5)	
SDK-02 (B7)		SHEL-Sarm-02 (B7)			SOK95-02 (E5)	
SDK-03 (B7)	SHEL-03 (B7)	SHEL-Sarm-03 (B7)			SOK95-03 (E5)	
SDK-04 (B7)		SHEL-Sarm-04 (B7)	SOK98-04 (E5)		SOK95-04 (E5)	
SDK-05 (B7)	SHEL-05 (B7)	SHEL-Sarm-05 (B7)	SOK98-05 (E5)		SOK95-05 (E5)	
SDK-06 (B7)	SHEL-06 (B7)		SOK98-06 (E5)		SOK95-06 (E5)	
SDK-07 (B7)		SHEL-Sarm-07 (B7)	SOK98-07 (E5)		SOK95-07 (E5)	
SDK-08 (B7)	SHEL-08 (B7)	SHEL-Sarm-08 (B7)	SOK98-08 (E5)		SOK95-08 (E5)	
SDK-10 (B7)		SHEL-Sarm-10 (B7)	SOK98-10 (E5)		SOK95-10 (E5)	
SDK-11 (B7)	SHEL-11 (B7)				SOK95-11 (E5)	
SDK-12 (B7)		SHEL-Sarm-12 (B7)	SOK98-12 (E5)		SOK95-12 (E5)	
SDK-13 (B7)		SHEL-Sarm-13 (B7)	SOK98-13 (E5)		SOK95-13 (E5)	
SDK-14 (B7)		SHEL-Sarm-14 (B7)	SOK98-14 (E5)		SOK95-14 (E5)	
SDK-15 (B7)	SHEL-15 (B7)	SHEL-Sarm-15 (B7)	SOK98-15 (E5)		SOK95-15 (E5)	
SDK-16 (B7)	SHEL-16 (B7)	SHEL-Sarm-16 (B7)	SOK98-16 (E5)		SOK95-16 (E5)	
SDK-17 (B7)	SHEL-17 (B7)	SHEL-Sarm-17 (B7)	SOK98-17 (E5)		SOK95-17 (E5)	
SDK-18 (B7)	SHEL-18 (B7)	SHEL-Sarm-18 (B7)	SOK98-18 (E5)		SOK95-18 (E5)	

Tabelle 1b: Aufstellung der für die Untersuchung der Streuung der Materialparameter gesammelten Proben (Winterqualität). Die fortlaufenden Nummern bezeichnen die Probenlieferanten. In Klammern ist die Beimengung von Bioanteilen gegeben. Zur Zeit der Proben-sammlung wurde E10 in Deutschland eingeführt. Einige E10-Proben konnten deshalb mit untersucht werden. Der OK98 wurde von den meisten Bezugsstellen als E0 geliefert.

Diesel	Heizöl HEL	Heizöl HEL schwefelarm	Ottokraftstoff OK98	Ottokraftstoff OK98	Ottokraftstoff OK95	Ottokraftstoff OK95
WDK-01 (B7)		WHEL-Sarm-01 (B7)	WOK98-01 (E0)		WOK95-01 (E5)	
WDK-02 (B7)		WHEL-Sarm-02 (B7)	WOK98-02 (E0)			
WDK-03 (B7)	WHEL-03 (B7)				WOK95-03 (E5)	
WDK-04 (B7)		WHEL-Sarm-04 (B7)	WOK98-04 (E0)		WOK95-04 (E5)	
WDK-05 (B7)	WHEL-05 (B7)	WHEL-Sarm-05 (B7)	WOK98-05 (E0)		WOK95-05 (E5)	
WDK-06 (B7)		WHEL-Sarm-06 (B7)			WOK95-06 (E5)	
WDK-07 (B7)		WHEL-Sarm-07 (B7)	WOK98-07 (E0)		WOK95-07 (E5)	
WDK-08 (B7)	WHEL-08 (B7)	WHEL-Sarm-08 (B7)		WOK98-08 (E5)	WOK95-08 (E5)	WOK95-08 (E10)
WDK-09 (B7)		WHEL-Sarm-09 (B7)				
WDK-10 (B7)		WHEL-Sarm-10 (B7)	WOK98-10 (E0)		WOK95-10 (E5)	WOK95-10 (E10)
WDK-11 (B7)		WHEL-Sarm-11 (B7)	WOK98-11 (E0)		WOK95-11 (E5)	
WDK-12 (B7)		WHEL-Sarm-12 (B7)		WOK98-12 (E5)	WOK95-12 (E5)	WOK95-12 (E10)
WDK-13 (B7)		WHEL-Sarm-13 (B7)	WOK98-13 (E0)		WOK95-13 (E5)	
WDK-14 (B7)		WHEL-Sarm-14 (B7)		WOK98-14 (E5)	WOK95-14 (E5)	
WDK-15 (B7)		WHEL-Sarm-15 (B7)	WOK98-15 (E0)		WOK95-15 (E5)	
WDK-16 (B7)		WHEL-Sarm-16 (B7)	WOK98-16 (E0)		WOK95-16 (E5)	
WDK-17 (B7)	WHEL-17 (B7)	WHEL-Sarm-17 (B7)	WOK98-17 (E0)		WOK95-17 (E5)	
WDK-18 (B7)		WHEL-Sarm-18 (B7)			WOK95-18 (E5)	

Tabelle 2: Gemittelte Daten für die jeweiligen Kraft/Brennstoffgruppen

ρ Dichte, Einheit kg/m³,

γ thermischer Ausdehnungskoeffizient, Einheit 10⁻³ K⁻¹,

η dynamische Viskosität, Einheit mPa s

Material		Mittelwert	exp. Stdabw.	Min	Max	Max-Min
SDK	ρ	838,267	5,058	825,884	844,914	19,029
	γ	0,838	0,010	0,827	0,868	0,041
	η	4,18	0,51	2,87	4,92	2,05
WDK	ρ	836,030	5,106	827,626	843,535	15,909
	γ	0,843	0,009	0,829	0,864	0,035
	η	4,00	0,47	3,03	4,64	1,61
SHEL	ρ	846,359	7,640	837,849	858,949	21,100
	γ	0,834	0,007	0,821	0,844	0,023
	η	4,18	0,49	3,67	5,33	1,66
WHEL	ρ	852,410	8,309	840,221	858,865	18,644
	γ	0,834	0,004	0,830	0,838	0,007
	η	4,10	0,51	3,42	4,63	1,22
SHEL-Sarm	ρ	839,001	10,063	813,856	857,417	43,561
	γ	0,837	0,014	0,814	0,866	0,052
	η	4,15	0,75	2,84	5,32	2,48
WHEL-Sarm	ρ	842,752	7,067	833,970	858,464	24,494
	γ	0,837	0,011	0,812	0,852	0,040
	η	4,08	0,80	3,06	5,55	2,48
SOK95	ρ	751,260	6,151	741,833	765,332	23,499
	γ	1,227	0,018	1,193	1,268	0,075
	η	0,46	0,02	0,43	0,49	0,06
WOK95	ρ	739,763	9,957	725,931	760,654	34,723
	γ	1,271	0,029	1,207	1,300	0,094
	η	0,43	0,03	0,40	0,50	0,10
WOK95-E10	ρ	745,758	10,758	735,258	756,756	21,499
	γ	1,259	0,031	1,226	1,287	0,061
	η	0,46	0,04	0,42	0,50	0,07
SOK98	ρ	751,679	6,084	744,280	764,495	20,215
	γ	1,218	0,021	1,181	1,246	0,065
	η	0,46	0,02	0,43	0,50	0,08
WOK98	ρ	743,450	8,598	726,822	755,025	28,204
	γ	1,247	0,020	1,209	1,285	0,076
	η	0,44	0,02	0,40	0,47	0,07

5.1 Funktionaler Zusammenhang Dichte – thermischer Ausdehnungskoeffizient

Einen zusammenfassenden Eindruck gibt die bereits in Abbildung 3-2 angewendete Darstellung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten in Abhängigkeit von der Dichte. In den Abbildungen 5-1 und 5-2 ist dies für alle gemessenen Ottokraftstoffe und für alle Diesel und Heizöle gezeigt.

Deutlich ist in beiden Darstellungen die von Abbildung 3-2 her bekannte prinzipielle Abnahme des thermischen Ausdehnungskoeffizienten mit zunehmender Dichte zu erkennen. Die – uns nicht bekannte – individuelle Zusammensetzung der gezeigten Kraft- und Brennstoffe führt jedoch zu deutlichen Abweichungen von diesem Idealverhalten und damit zu einer Aufweitung der Datenlinie zu einer Wolke. Zur besseren Orientierung sind in beide Abbildungen Pfeile eingezeichnet, die eine 5 %- bzw. eine 10 %-Spanne markieren.

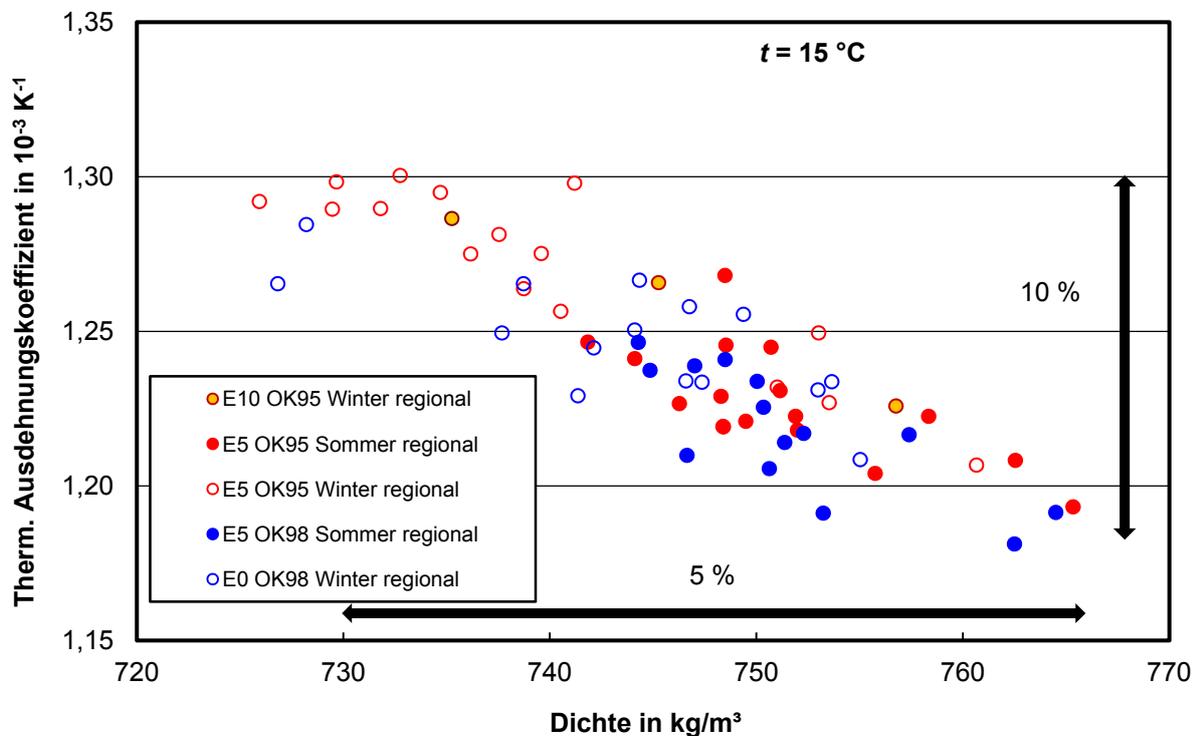


Abb. 5-1: Dichteabhängigkeit der thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Ottokraftstoffe.

Bei den Ottokraftstoffen sind geringe Unterschiede zwischen OK95 und OK98 zu erkennen, bei der Sommerqualität ist dieser Unterschied vernachlässigbar, bei der Winterqualität erreicht er die Hälfte der experimentellen Standardabweichung. Auf die zu erwartende Änderung von Dichte und thermischem Ausdehnungskoeffizient wegen der Änderung des Ethanolanteils wird im folgenden Kapitel eingegangen.

Deutlicher ist eine Verschiebung der Dichtewerte zu geringeren Dichten zu sehen, wenn von der Sommerqualität der Kraftstoffe zur Winterqualität übergegangen wird. Damit verbunden ist ein Anstieg des thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Alle Proben zusammen überdecken einen Dichtebereich von etwas mehr als 5 %. Der thermische Ausdehnungskoeffizient variiert in einem Bereich von etwas

mehr als 10 %. Dies ist etwas mehr als die in der oben gezeigten Rechnung erlaubten $\pm 4,57\%$. Die Kraftstoffe, deren Parameter am Rande des hier gezeigten Feldes liegen, würden die Eichfehlergrenze bei der Mengenumwertung überschreiten, wenn der volle Temperaturbereich von $\Delta t = 35\text{ K}$, also eine Mengenumwertung von 50 °C auf 15 °C , ausgenutzt wird. Dies ist zum Beispiel bei der Probe WOK95-03 der Fall. Im folgenden Kapitel wird gezeigt, dass dies nicht durch die Beimischung von 5 % bis 10 % Ethanol erklärt werden kann.

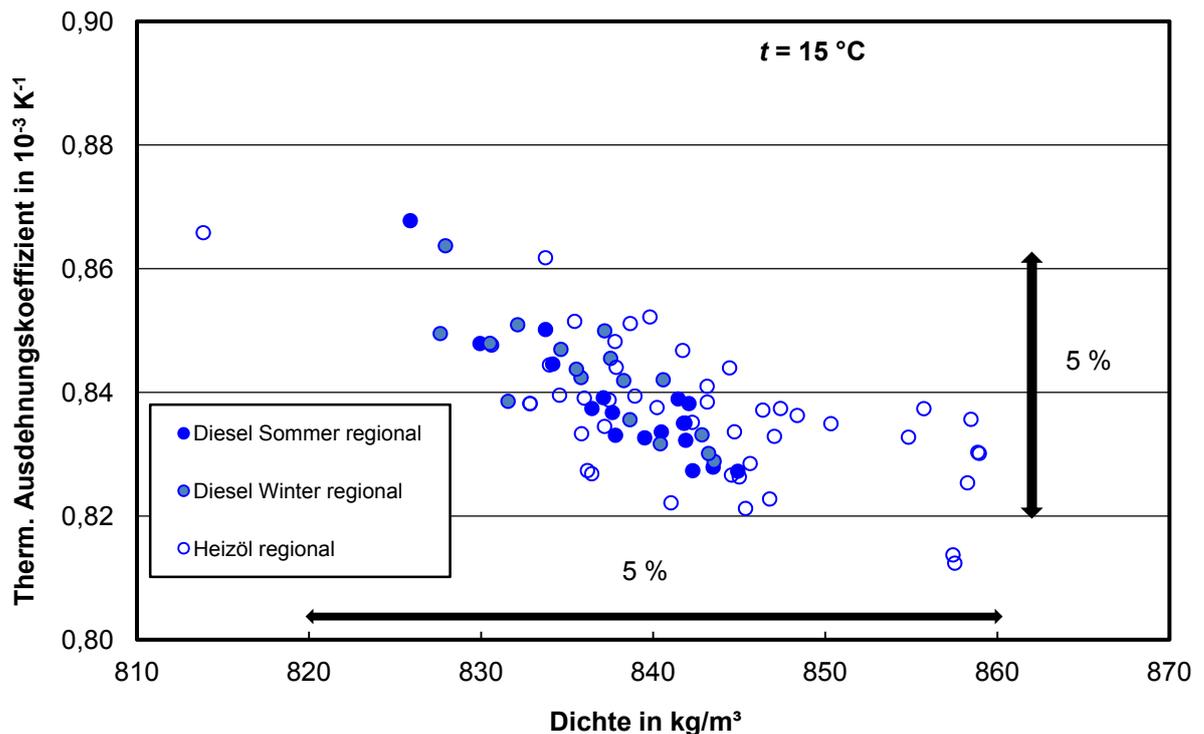


Abb. 5-2: Dichteabhängigkeit der thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Dieselmotorkraftstoffe und Heizöle.

Bei den Dieselmotorkraftstoffen betragen die Spannen etwa 2,5 % für den Dichtebereich und etwa 5 % für den Bereich des thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Die in Abbildung 5-2 vorgenommene Einbeziehung der Brennstoffe führt zu einer Verdoppelung des Dichtebereiches. Heizöle decken auch den Dichte-Kernbereich der Dieselmotorkraftstoffe von 825 kg/m^3 bis 845 kg/m^3 ab, es gibt aber zusätzlich viele Heizöle mit Dichten bis 860 kg/m^3 . Eine Probe zeigte eine ungewöhnlich kleine Dichte von $813,8\text{ kg/m}^3$. Durch die Hinzunahme der Heizöle wird aber der Wertebereich der thermischen Ausdehnungskoeffizienten im Gegensatz zum Dichtebereich nur sehr wenig auf 6 % erweitert, lediglich zwei Proben zeigen Werte außerhalb dieses Bereiches, bei ihrer Berücksichtigung erweitert sich der überdeckte Bereich auf 7 %. Im Gegensatz zu den Ottomotorkraftstoffen gibt es bei den Dieselmotorkraftstoffen keinerlei durch die Bandbreite der thermischen Ausdehnungswerte hervorgerufene Verletzung der Eichfehlergrenze für die Mengenumwertung. Die gemessene Spanne ist hier nur etwa halb so groß wie die erlaubte Spanne.

5.2 Viskosität

Die Ergebnisse der Viskositätsmessungen sollen hier ebenfalls in Abhängigkeit von der Dichte dargestellt werden (Abbildungen 5-3 für Ottokraftstoffe und 5-4 für Diesel und Heizöle).

Diese Abhängigkeit der Viskosität von der Dichte ist hier ebenfalls erkennbar, jedoch sind die an den Ottokraftstoffen gemessenen Viskositäten deutlich kleiner (etwa um einen Faktor 3) als die der Alkane mit gleicher Dichte. Im Dichtebereich der Dieselmotorkraftstoffe konnten wir keinen reinen Alkan messen, die Extrapolation der Viskositätswerte über den Pentadecan-Wert hinaus zu größerer Dichte lässt für 850 kg/m^3 eine Viskosität von etwa 15 mPa s erwarten, auch hier liegt also ein Faktor etwa 3 zwischen den Werten der reinen Alkane und den Werten der Kraftstoffe. Hier machen sich Beimischungen von Aromaten und vor allem von Fließverbesserern bemerkbar.

Die Variationsspanne der Viskosität ist gegenüber der des thermischen Ausdehnungskoeffizienten deutlich erhöht. Bei den Ottokraftstoffen beträgt sie 20 %, bei den Dieselmotorkraftstoffen und Heizölen erreicht die Spanne den Wert 65 %.

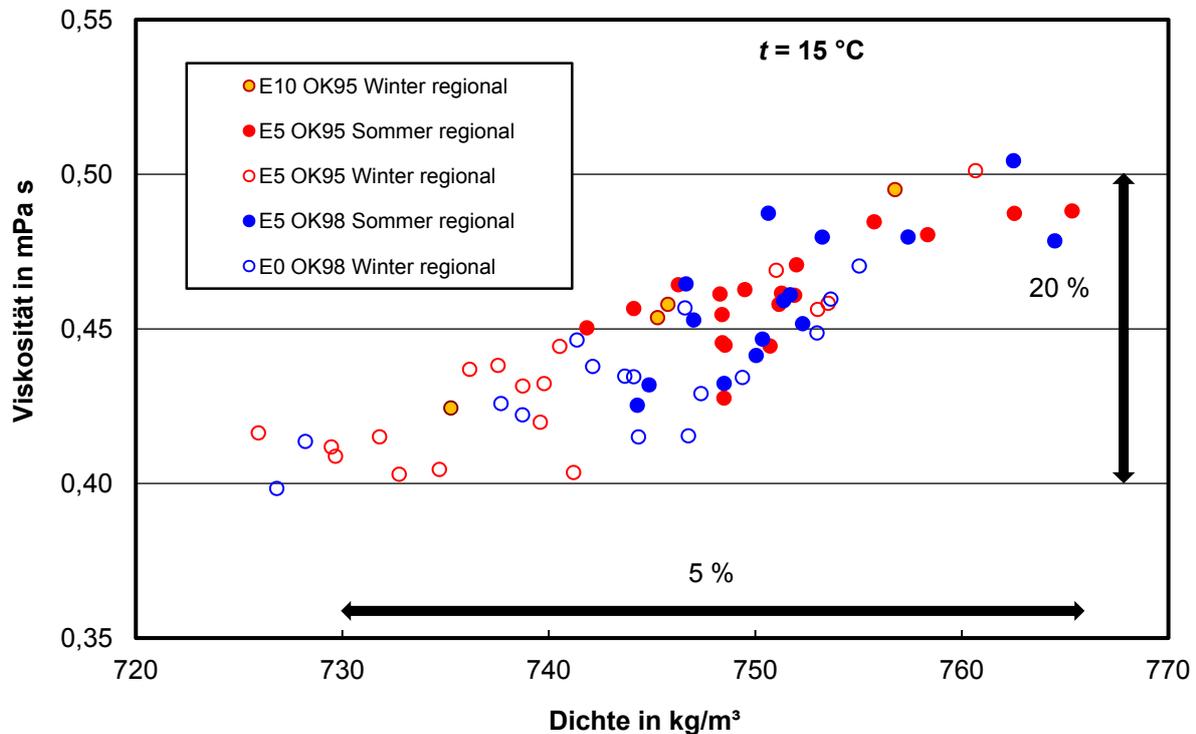


Abb. 5-3: Dichteabhängigkeit der Viskosität der Ottokraftstoffe.

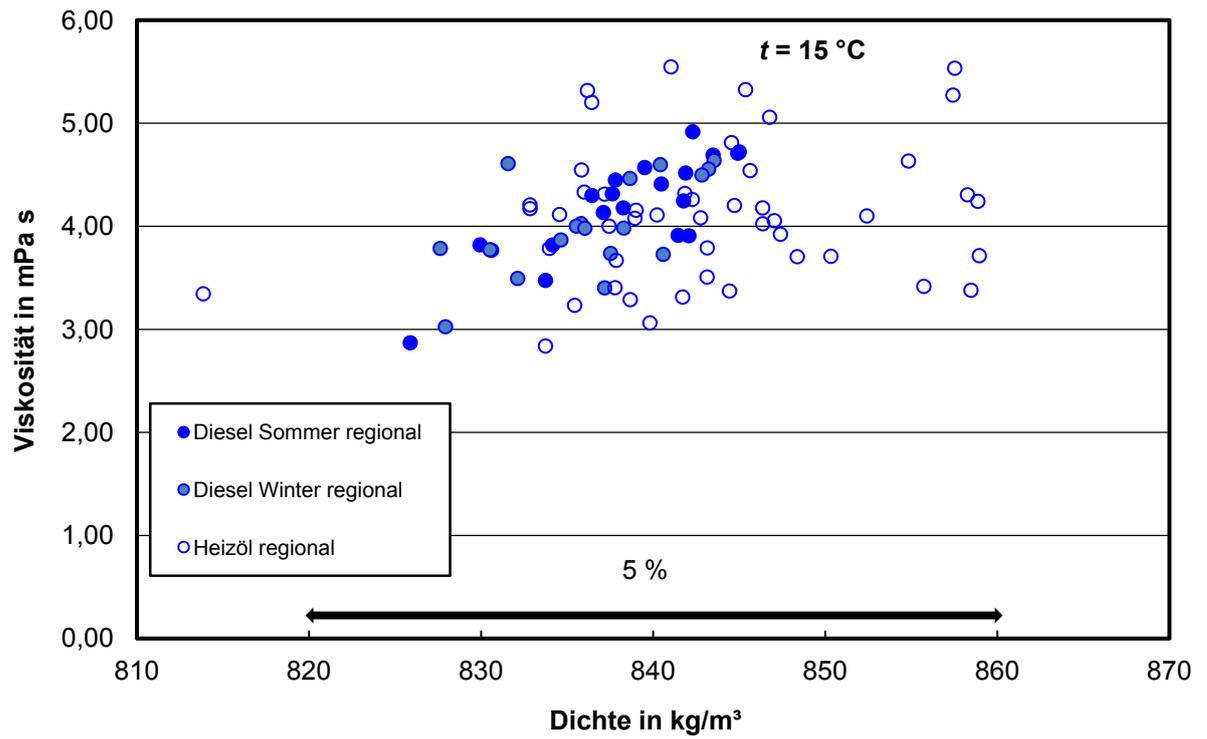


Abb. 5-4: Dichteabhängigkeit der Viskosität der Dieselmotorkraftstoffe und Heizöle.

6 Gemische mit Biokomponenten

Im vorangehenden Kapitel 5 wurde gezeigt, dass bei Kraftstoffen aus regional verschiedenen Quellen eine gewisse Bandbreite an Werten für die Dichte und den thermischen Ausdehnungskoeffizienten vorliegt. Im Falle der Ottokraftstoffe überschreitet diese Bandbreite die aus eichrechtlicher Sicht geforderte Bandbreite leicht, so dass es im Einzelfall zu einer Überschreitung der Eichfehlergrenze für die thermische Mengenumwertung kommen kann.

Bei der Betrachtung, ob die Beimischung von Biokraftstoffen die Materialparameter soweit ändert, dass eine neue eichrechtliche Beurteilung – vornehmlich durch die Angabe neuer Mengenumwertungskoeffizienten – erforderlich ist, sollten diese Werte als Bezugswerte betrachtet werden. Die im Folgenden beschriebenen Untersuchungen gehen von einer solchen Betrachtungsweise aus.

Bei der Untersuchung der Abhängigkeit der Dichte und des thermischen Ausdehnungskoeffizienten sowie der Viskosität vom Anteil an Biokomponenten im Kraftstoff mussten Beschränkungen in Kauf genommen werden, was die Anzahl der gemessenen Proben angeht. Es wurden Messreihen mit Probenmischungen von fossilem Ottokraftstoff mit Ethanol und von fossilem Diesellokraftstoff mit den Biodieseln Rapsölmethylester (RME), Sojaölmethylester (SME), Palmölmethylester (PME) und Kokosmethylester (CME) durchgeführt. Zusätzlich wurden auch einige Mischungen von fossilem Heizöl mit RME untersucht. Dabei wurden jeweils Mischungsreihen von 0 % Bioanteil (= reinem fossilem Kraftstoff) bis 100 % Bioanteil (= reinem Biokraftstoff) von jeder der genannten Paarungen hergestellt. Für die Hauptreihen Superbenzin-Ethanol, Diesel-RME und Diesel-SME wurde dabei ein 10 %-Raster angestrebt, in den Randbereichen verstärkt durch weitere Mischungen. Die restlichen Mischungsreihen wurden mit einem größeren Raster gemischt.

Fossiles Ausgangsmaterial war für alle Reihen jeweils derselbe Ottokraftstoff beziehungsweise derselbe Diesellokraftstoff, einzige Veränderung war die während der Lagerung erfolgte Veränderung des Materials, siehe dazu Kapitel 4. Es wurden aber jeweils zwei Mischungsreihen hergestellt, eine mit Sommerkraftstoff und eine mit Winterkraftstoff als fossilem Anteil. Die Bioanteile entstammten jeweils derselben Charge.

Auf diese Art entsteht ein Datenfeld, das natürlich nicht alle möglichen Mischungsvarianten wiedergeben kann, das aber als repräsentativ für die Gesamtheit aller möglichen Mischungen verstanden werden kann. Die mögliche Variationsbreite der fossilen Komponente entspricht etwa der in Kapitel 5 beschriebenen Art. Die geringen Anteile von Biokomponenten haben die dort wiedergegebene Bandbreite der Materialparameter nicht signifikant beeinflusst, wie im Folgenden zu sehen sein wird.

Die Bandbreite der Materialparameter bei Bioethanol und Biodieseln neuerer Produktion aus mehreren verschiedenen Quellen konnten wir nicht messen. Der Dichteunterschied an zwei vorhandenen RME-Proben verschiedener Herkunft betrug $0,5 \text{ kg/m}^3$, der an zwei SME-Proben 1 kg/m^3 . Wir gehen deshalb von der Annahme aus, dass die Spanne der Materialparameter bei den Biokomponenten nicht größer ist als die bei den fossilen Komponenten. Auch für Bioethanol erwarten wir keine größere Streuung der Dichtemesswerte.

Alle Mischungsangaben beziehen sich auf das Volumen bei $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Die Mischungen wurden jeweils gravimetrisch hergestellt, d. h., es wurden aus den zuvor gemessenen $15 \text{ }^\circ\text{C}$ -Dichten der Basiskom-

ponenten die für die gewünschte Mischung erforderlichen Massen errechnet und diese auf einer Waage zusammengegossen. Die beiden zu mischenden Kraftstoffkomponenten wurden dabei mit Spritzen so in die Mischflasche gegeben, dass die Kontaktfläche zu Luft minimiert wurde. Ein freier Fall der Flüssigkeiten durch Gießen wurde ebenfalls vermieden. Die allein aufgrund der gravimetrischen Messung erzielte Unsicherheit im Mischungsverhältnis ist geringer als 0,01 %, aber wegen des nicht völlig vermeidbaren Kontaktes der Flüssigkeiten mit Luft und damit verbundener Verdunstung wird die Gesamtunsicherheit im Mischungsverhältnis zu 0,1 % abgeschätzt.

Tabelle 3 listet die Anzahl aller hergestellten und gemessenen Mischungen auf.

Tabelle 3: Anzahl der für die Untersuchung des Einflusses von Biokraftstoffen auf die Materialparameter Dichte und Viskosität hergestellten Proben.

Stoffklasse	Anzahl der gemessenen Mischungen
Sommersuperbenzin - Ethanol	14
Wintersuperbenzin - Ethanol	13
Nonan, Hexan - Ethanol	33
Sommerdiesel - RME	18
Winterdiesel - RME	17
Sommerdiesel - SME	15
Winterdiesel - SME	15
Sommerdiesel - PME	9
Winterdiesel - PME	8
Sommerdiesel - CME	12
Winterdiesel - CME	12
Heizöl - RME	6

6.1 Verhalten eines reinen Alkans bei der Zumischung von Ethanol

In der Tabelle 3 sind auch die Mischungsreihen n-Hexan - Ethanol und n-Nonan - Ethanol aufgeführt. Diese beiden Alkane Hexan und Nonan mit einer Reinheit von jeweils 99 % wurden gewählt, um das grundsätzliche Verhalten bei der Mischung mit Bioethanol darzustellen. Hintergrund ist die Frage, ob ein bestimmtes Verhalten eventuell durch eine kleine Beimengung eines Zusatzstoffes im von uns verwendeten Benzin, z. B. von ETBE, hervorgerufen wird, das bei geänderten Beimischungen aber nicht auftreten würde. Die beiden Reinstoffe spiegeln einerseits das Verhalten von Benzinen wider, andererseits ist sichergestellt, dass solche Beimischungen nicht vorhanden sind (wie bereits erwähnt, stehen uns keine diesbezüglichen Analysemöglichkeiten zur Verfügung).

Anhand der Mischungsreihe Ethanol-Hexan soll im Folgenden auf die Änderung der Dichte und des thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei Zumischung von Bioethanol detailliert eingegangen werden.

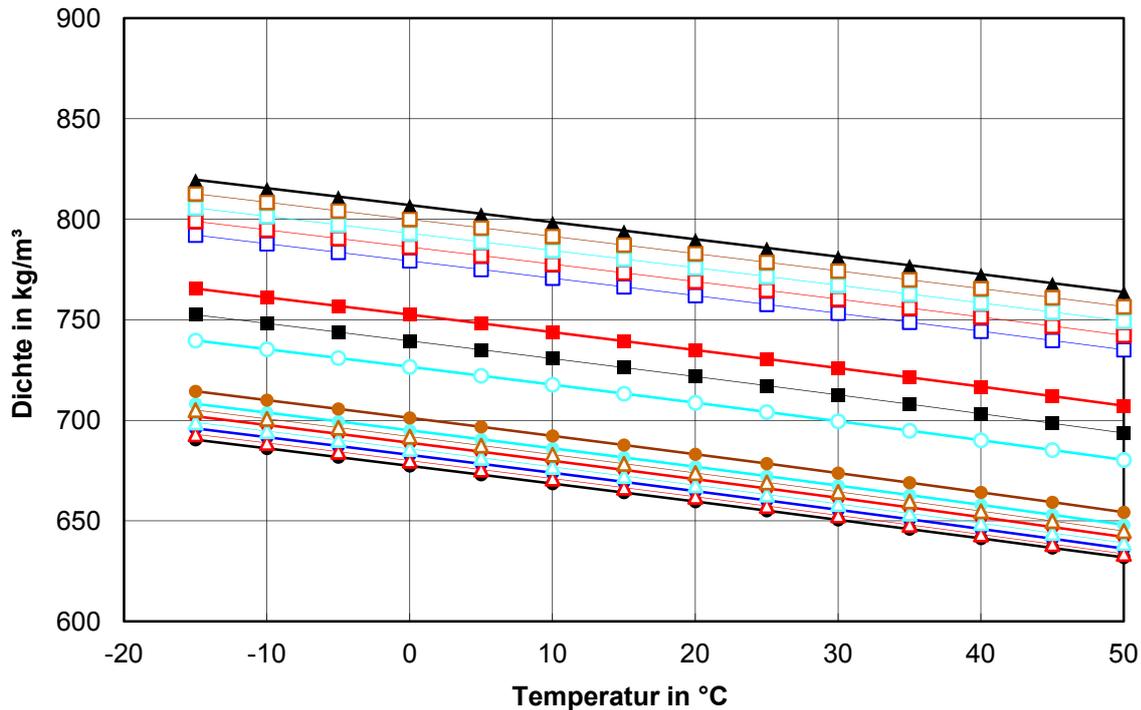
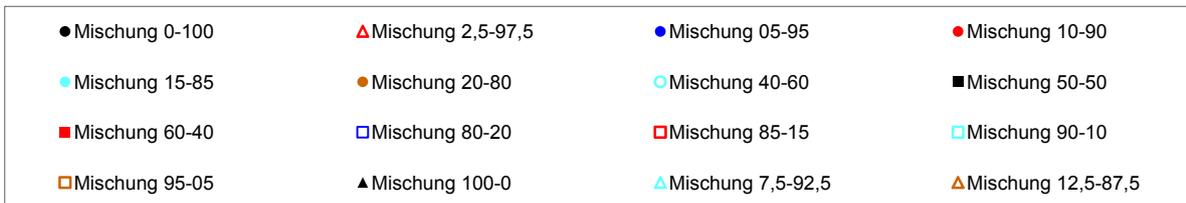


Abb. 6-1: Temperaturabhängigkeit der Dichte für verschiedene Ethanol-Hexan-Mischungen.



Die Zahlen geben jeweils den Mischungsanteil in % Volumen an, erstgenannt ist Ethanol (Beispiel: 20-80 bedeutet 20 % Ethanol, 80 % Hexan). Die Volumenanteile gelten für die Referenztemperatur 15 °C. Das Diagramm zeigt jeweils die gemessenen Daten und eine durch diese Daten gelegte Approximationskurve.

Aus diesen Messdaten können dann jeweils Messreihen der Dichte in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis extrahiert werden. In der Abbildung 6-2 ist dies für die Temperaturen -15 °C, 0 °C, 15 °C, 30 °C und 50 °C durchgeführt.

Aussagekräftiger ist eine Darstellung, welche die Abweichung der gemessenen Dichten von einer linear aus dem Mischungsverhältnis interpolierten Dichte darstellt, wie sie in Abbildung 6-3 gezeigt ist. Ein exakt lineares Verhalten würde man erwarten, wenn das Mischen ohne Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Molekülarten erfolgen würde, in diesem Fall würden sich die Einzelvolumen beider Flüssigkeitsanteile addieren. Liegt umgekehrt eine Abweichung vom linearen Verhalten vor, deutet dies auf solche Wechselwirkungen hin.

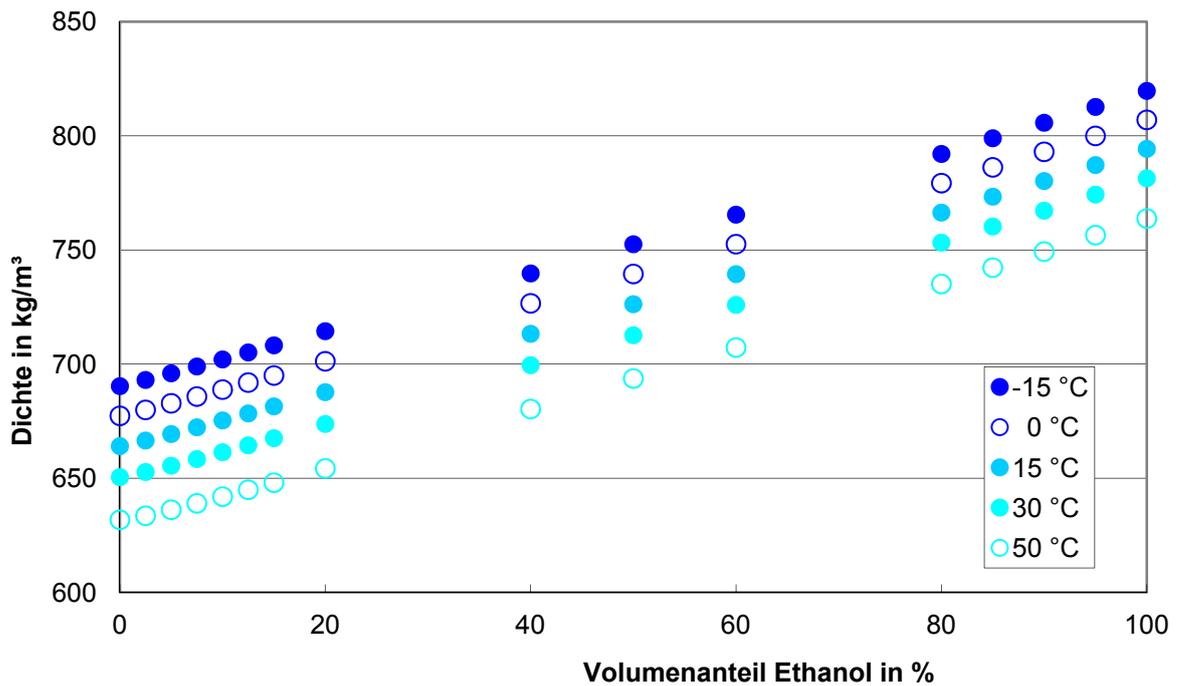


Abb. 6-2: Abhängigkeit der Dichte vom Mischungsverhältnis für verschiedene Ethanol-Hexan-Mischungen.

Abbildung 6-3a zeigt eine Verringerung der Dichte, also eine Volumenzunahme beim Mischen, ein Excessvolumen, wie man es häufig bei Mischungen von unpolaren und polaren Flüssigkeiten findet. Um die Größenordnung dieses Excessvolumens leichter fassbar zu machen, ist in Abbildung 6-3b diese Darstellung in relativen Werten wiederholt. Das Maximum des Excessvolumens liegt für tiefe Temperaturen bei etwa 50 % Ethanol-Anteil und verschiebt sich bei Erhöhung der Temperatur zu einem geringeren Ethanol-Anteil von etwa 40 %. Genauere Volumenanteil-Angaben sind wegen des groben 10 %-Rasters nicht sinnvoll, eine Bestimmung des Maximums der Dichteverringerng über eine Approximation der Daten erfordert eine detailliertere Untersuchung des funktionalen Zusammenhangs, dies ist nicht Gegenstand dieser Arbeit.

Bemerkenswert ist, dass dieses Excessvolumen schon bei den kleinsten Ethanol-Beimischungen eine sehr starke Temperaturabhängigkeit aufweist, während die Temperaturabhängigkeit auf der ethanolreichen Seite der Kurve sehr gering ist. Offensichtlich wird das Excessvolumen wesentlich durch die Zumischung des im Vergleich zu Hexan sehr kleinen Ethanolmoleküls hervorgerufen, bei geringen Ethanolanteilen kann man von einer Maskierung der Ethanolmoleküle durch Hexanmoleküle ausgehen, so dass ihre Polarität nicht zu Wechselwirkungen mit anderen Ethanolmolekülen führen kann. Deshalb vergrößern diese kleinen Moleküle das Volumen der Mischung. Dieser Effekt ist offensichtlich stark temperaturabhängig. Bei größeren Ethanolanteilen findet keine ausreichende Maskierung der OH-Gruppe des Ethanols mehr statt und die Eigenschaften des reinen Ethanols werden mehr und mehr für die Gesamteigenschaften der gemischten Flüssigkeit bestimmend. Eine

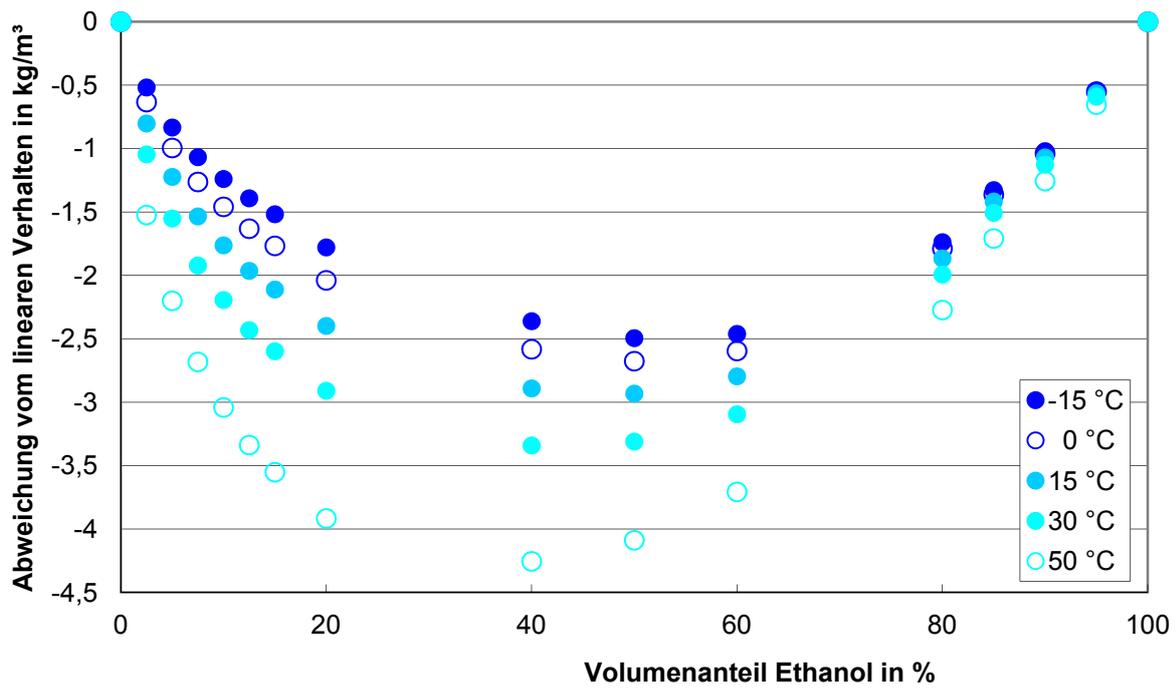


Abb. 6-3a: Abhängigkeit der Dichte vom Mischungsverhältnis für verschiedene Ethanol-Hexan-Mischungen. Absolute Abweichung von einem linearen Verhalten.

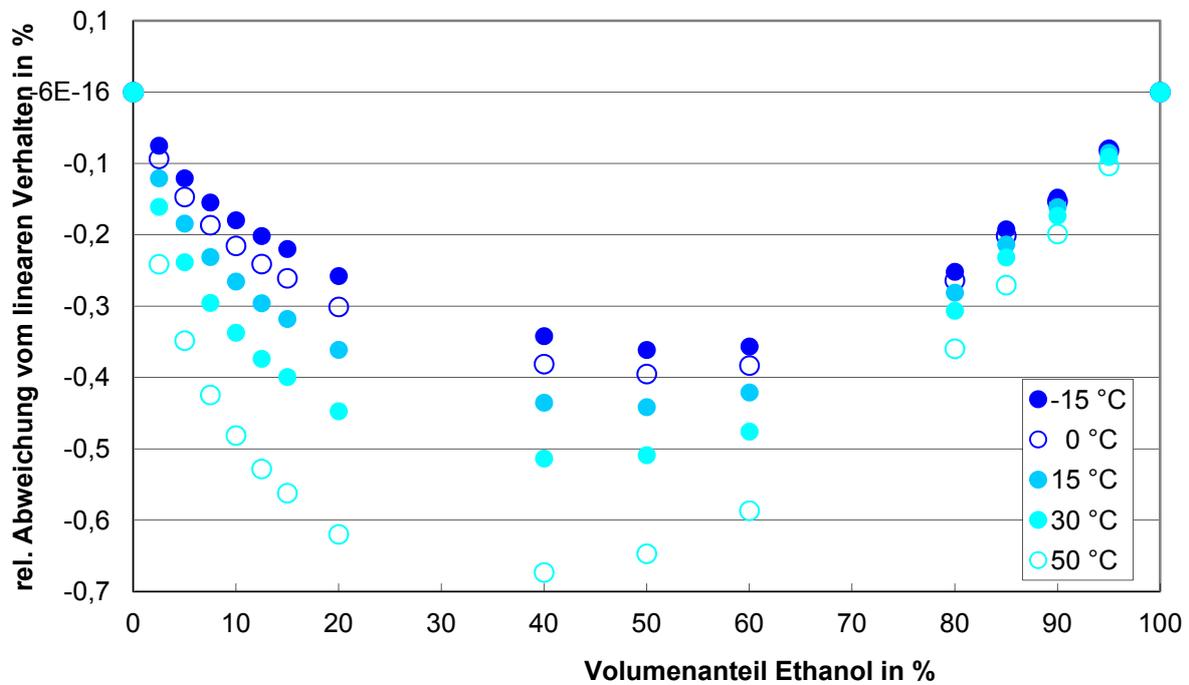


Abb. 6-3b: Abhängigkeit der Dichte vom Mischungsverhältnis für verschiedene Ethanol-Hexan-Mischungen. Relative Abweichung von einem linearen Verhalten.

Temperaturabhängigkeit kann deshalb hier in der gewählten Auftragung der Daten nicht mehr gesehen werden, weil ja auf die Ethanol-Dichte bei der jeweils gewählten Temperatur Bezug genommen wird.

Die Maskierung der kleinen polaren Ethanol-Moleküle durch das unpolare Hexan muss auch als Ursache für die bekannte Dampfdruckerhöhung, die bei Benzin-Blends mit geringen Ethanol-Konzentrationen beobachtet wird, gesehen werden.

Die Temperaturabhängigkeit der Dichte von Kraftstoffen kann nicht mit genügender Genauigkeit mit einer durch ein physikalisches Modell gegebenen Funktion beschrieben werden. Die Beschreibung erfolgt deshalb hier durch eine mathematische Approximation, im vorliegenden Fall durch ein Polynom 3. Grades. Dies ist ein Kompromiss zwischen einer guten Anpassung – in der Regel liegen die Abweichungen zwischen den Messwerten und den approximierten Werten bei weniger als $0,003 \text{ kg/m}^3$ – und einer „glatten“ Kurve, die nicht zwischen den für die Approximation verwendeten Stützpunkten schwingt. Der thermische Ausdehnungskoeffizient kann einfach durch anschließende Differentiation gewonnen werden. In Abbildung 6-4 sind die auf diese Weise aus der Ethanol-Hexan-Mischungsreihe gewonnenen thermischen Ausdehnungskoeffizienten dargestellt.

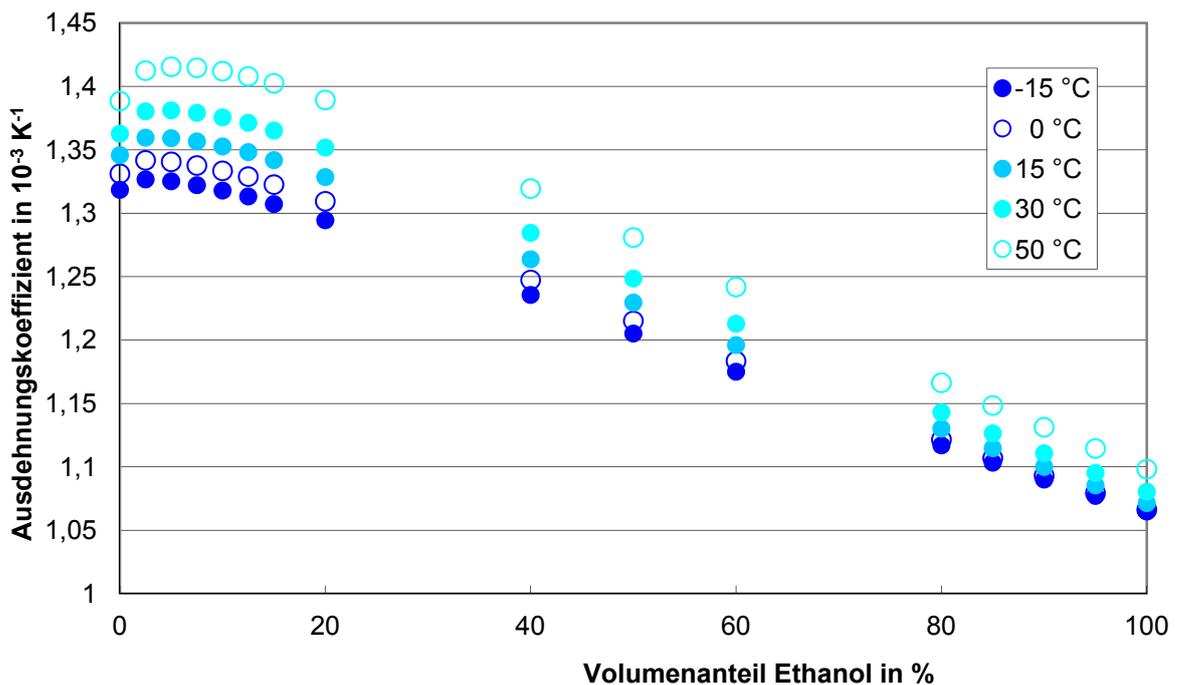


Abb. 6-4: Abhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten vom Mischungsverhältnis für Ethanol-Hexan-Mischungen. Die Temperaturabhängigkeit der Dichte wurde hierzu durch ein Polynom 3. Grades beschrieben.

Bei der Angabe des thermischen Ausdehnungskoeffizienten liegt die aus der Anpassung an die Messdaten berechnete statistische relative Unsicherheit je nach Grad des Anpasspolynoms zwischen $5 \cdot 10^{-3}$ für ein Polynom 1. Grades und $5 \cdot 10^{-5}$ für ein Polynom 3. Grades. Die Messunsicherheiten in Dichte und Temperatur erhöhen diese Werte nicht nennenswert. Diese Unsicherheit ist zu vergleichen

mit der in Kapitel 5 für die Einhaltung der eichrechtlichen Vorschriften hergeleiteten erlaubten Variation im thermischen Ausdehnungskoeffizienten von 4,5 %.

In grober Näherung entwickelt sich der thermische Ausdehnungskoeffizient linear vom Wert für reinen fossilen Kraftstoff zum Wert für reines Bioethanol. Bei genauerem Hinsehen ist jedoch bei kleinen Ethanol-Anteilen bis 7,5 % zunächst ein Anstieg des Ausdehnungskoeffizienten zu sehen, bevor dieser wieder abnimmt. Die Ausprägung des Maximums wächst mit steigender Temperatur. Als Ursache kommt die bereits beschriebene Maskierung der kleinen polaren Ethanol-Moleküle in Betracht, die aufgrund ihrer geringen Molekülgröße einen wesentlich größeren Ausdehnungskoeffizienten hätten, wenn ihre Polarität ausgeschaltet würde. Die Spanne zwischen minimalem Ausdehnungskoeffizienten (dem Wert für reines Ethanol) und maximalem Ausdehnungskoeffizienten (etwa E7, 7 % Ethanol-Anteil) beträgt bei $t = 15\text{ °C}$ 27 % (bezogen auf den Minimalwert), bei $t = 50\text{ °C}$ sogar 29 %. Bezieht man sich auf die Werte für reines Hexan, ergibt sich eine Spanne von 25 % für beide Temperaturen.

In Kapitel 5 wurde mit einer Modellrechnung gezeigt, dass die maximale Spanne für einen Ottokraftstoff 9 % betragen darf, damit die Eichfehlergrenze nicht verletzt wird, wenn anstelle der realen Ausdehnungskoeffizienten ein mittlerer Mengenumwertungskoeffizient verwendet wird. Dieser Wert wird in der Ethanol-Hexan-Reihe deutlich überschritten, wenn der gesamte Mischungsbereich betrachtet wird, im Bereich kleiner Ethanol-Anteile bis etwa 20 % wird die Maximalspanne aber nicht erreicht, hier kann also für alle Mischungen mit dem gleichen Mengenumwertungskoeffizienten gearbeitet werden.

6.2 Verhalten von Ottokraftstoffen bei der Zumischung von Ethanol

Die Untersuchung der Abhängigkeit der Dichte und des thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei der Zumischung von Ethanol in fossilen Ottokraftstoff erfolgte in der gleichen Weise wie in obigem Kapitel 6.1 beschrieben. Dabei wurden zwei Mischungsreihen, eine mit Kraftstoff in Sommerqualität und eine mit Kraftstoff in Winterqualität hergestellt und vermessen. Es sei vorab noch einmal darauf hingewiesen, dass der Ausgangskraftstoff nur einer aus der in Kapitel 5 beschriebenen Vielfalt ist. Messungen mit einem anderen Ausgangskraftstoff lassen deshalb im Rahmen der in Kapitel 5 beschriebenen Bandbreite andere Ergebnisse erwarten. Die Ethanol-Komponente wurde für alle Mischungen aus der gleichen Charge entnommen.

Die in Kapitel 6.1 gemachten Angaben für die Unsicherheit im thermischen Ausdehnungskoeffizienten sind auf alle Ethanol-Benzin-Blends übertragbar. Sie betragen ebenfalls $5 \cdot 10^{-3}$ bei einer linearen Approximation und etwa $5 \cdot 10^{-5}$ bei einer Approximation mit einem Polynom 3. Grades.

Die hier erzielten Ergebnisse sind in den Abbildungen 6-5 bis 6-8 für die Mischungsreihe mit Sommerqualität und in den Abbildungen 6-9 bis 6-12 für die Mischungsreihe mit Winterqualität dargestellt.

Auch bei diesen Mischungsreihen wächst die Dichte in grober Näherung linear mit dem Anteil an beigemischem Ethanol. Auffällig ist aber, dass das Excessvolumen sich völlig anders darstellt als in der Ethanol-Hexan-Mischungsreihe. Für den Sommerkraftstoff ist bei tiefen Temperaturen auf der kraftstoffreichen Seite ein Anstieg der Dichte zu konstatieren, ein eindeutiger Zusammenhang ist aber nicht ersichtlich. Erst bei hohen Temperaturen nimmt die Dichte ähnlich wie bei der Ethanol-Hexan-

Mischungsreihe ab, auch hier ist kein eindeutiger Zusammenhang zu erkennen. Die relativen Abweichungen von der linearen Interpolation sind im Maximum weniger als halb so groß wie bei der Ethanol-Hexan-Mischungsreihe.

Die Mischungsreihe mit Benzin in Winterqualität zeigt eine starke Dichteerhöhung um bis zu 2 % bei Ethanol-Beimischungen bis 20 %, der bei der Sommerqualität angedeutete Effekt ist hier sehr stark ausgeprägt. Versuche, mit weiteren Proben diesen Effekt zu reproduzieren, verliefen aber negativ. Der Effekt scheint sehr stark von der chemischen Zusammensetzung des Benzins abzuhängen. Im Verlauf unserer Untersuchungen wurden diese Messungen aber wegen der fehlenden chemischen Analysemöglichkeiten nicht weiterverfolgt.

Der thermische Ausdehnungskoeffizient zeigt ähnlich wie bei der Ethanol-Hexan-Mischungsreihe ein Maximum etwa bei 10 % Ethanol-Beimischung. Die maximale Erhöhung beträgt 2,1 % beim Kraftstoff in Sommerqualität und 1,7 % beim Kraftstoff in Winterqualität. Bei beiden Kraftstoffqualitäten ist das Maximum sehr breit, es kann deshalb in guter Näherung für Beimischungen zwischen 2,5 % und 15 % Ethanol mit den genannten Werten gerechnet werden.

Mit diesen Daten lässt sich eine Abschätzung treffen, wie groß die in Kapitel 5 dargestellte natürliche Streuung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten, die einen Bereich von etwa 10 % überdeckt (vgl. Abb. 5-1), wäre, wenn nur fossile Kraftstoffe ohne Ethanol-Beimischung zur Verfügung gestanden hätten. Mangels ausreichender Datenlage sei angenommen, dass der Unterschied zwischen dem Kraftstoff in Sommerqualität und dem in Winterqualität auch ein Maß ist für eine zusätzlich durch die Beimischung von Ethanol zum fossilen Ottokraftstoff erzeugte Streuung. Die in Kapitel 5 beschriebene Streuung lässt sich damit auf eine wahrscheinliche Streuung für Proben ohne Beimischung von Ethanol rückrechnen, es ergibt sich ein Wert von $10,1\% - 0,4\% = 9,7\%$. Dieser Wert liegt oberhalb der in Kapitel 5 benannten 9,14 %, der eine Mengenumwertung aller gemessenen Kraftstoffe von 50 °C auf 15 °C ohne Überschreitung der Eichfehlergrenze erlaubt. Es ist deshalb davon auszugehen, dass vereinzelt Ottokraftstoff-Chargen auf dem Markt sind, die die Eichfehlergrenze bei Ausnutzung des maximalen Temperatur-Umrechnungswertes leicht überschreiten würden.

In den Abbildungen 6-8 und 6-12 sind die dynamischen Viskositäten der gemessenen Mischungen dargestellt. Der Wert der Viskosität vergrößert sich für tiefe Temperaturen um einen Faktor 5, wenn die Mischungsreihe durchlaufen wird, bei hohen Temperaturen hat dieser Faktor etwa den Wert 3. Das Verhalten ist nichtlinear im Mischungsverhältnis. Die Mischungen mit Kraftstoff in Winterqualität erlauben keine Messungen bei Temperaturen oberhalb 30 °C, weil hier wegen des hohen Dampfdruckes bereits Kavitationseffekte auftreten, die zu einem Gas-Flüssigkeits-Gemisch führen und die Messung unmöglich machen.

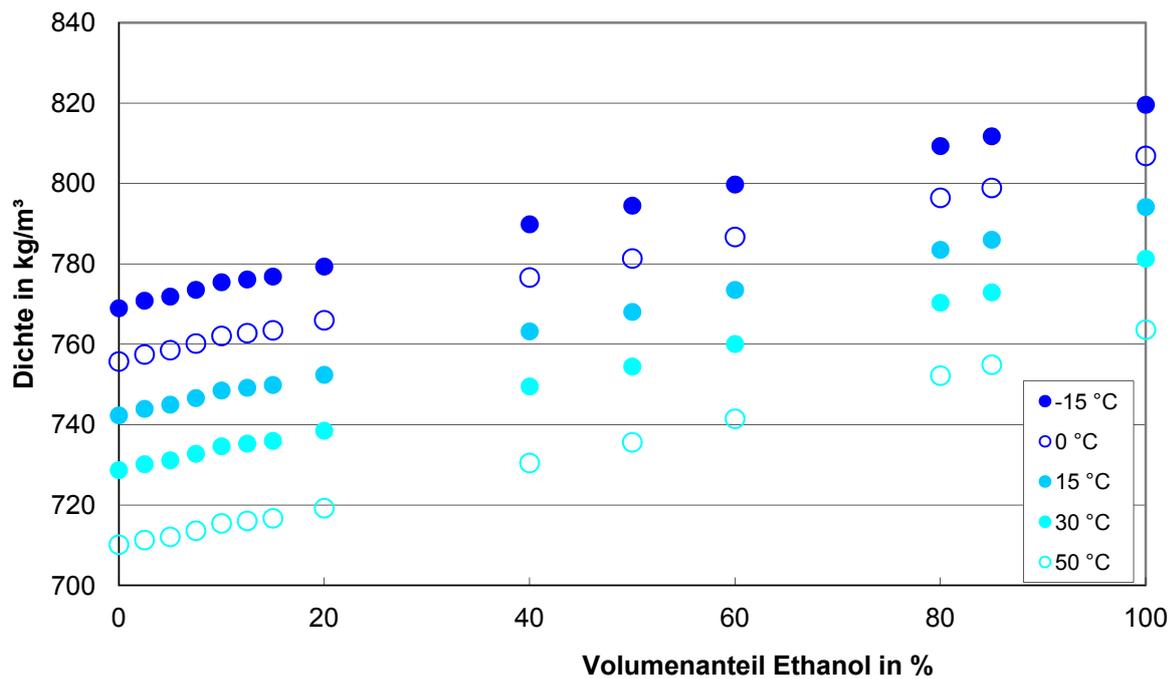


Abb. 6-5: Abhängigkeit der Dichte vom Mischungsverhältnis für Ethanol-Ottokraftstoff-Mischungen. Ottokraftstoff in Sommerqualität.

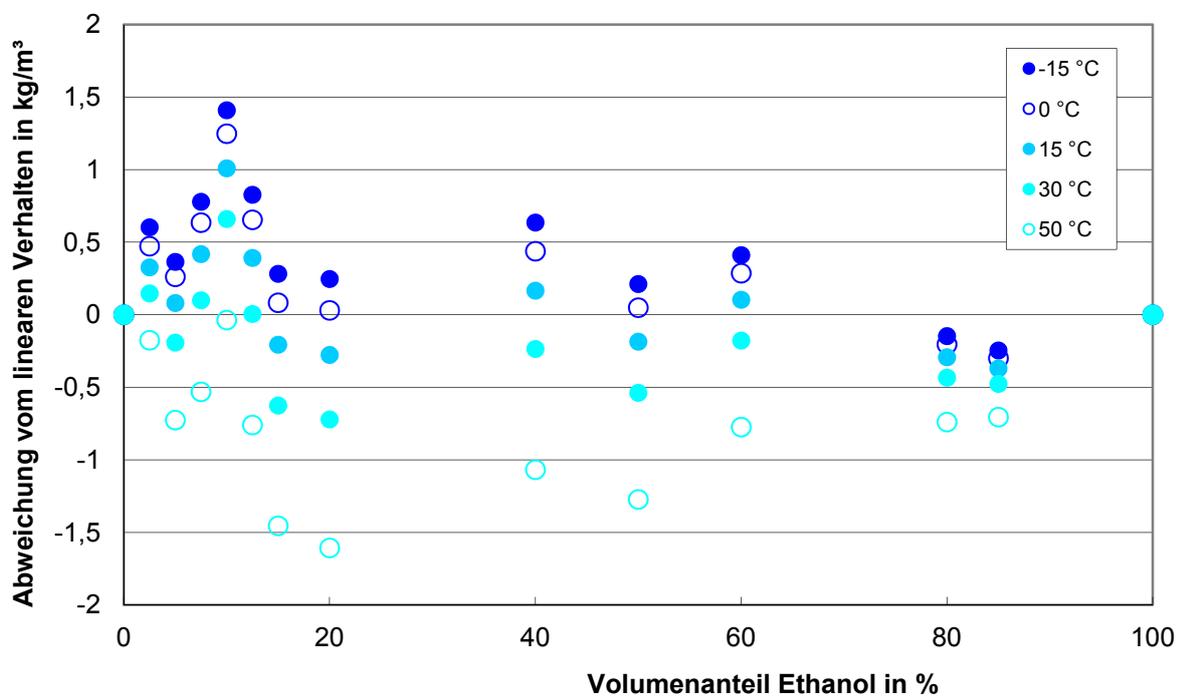


Abb. 6-6: Abhängigkeit der Dichte vom Mischungsverhältnis für Ethanol-Ottokraftstoff-Mischungen. Ottokraftstoff in Sommerqualität. Abweichung von einem linearen Verhalten.

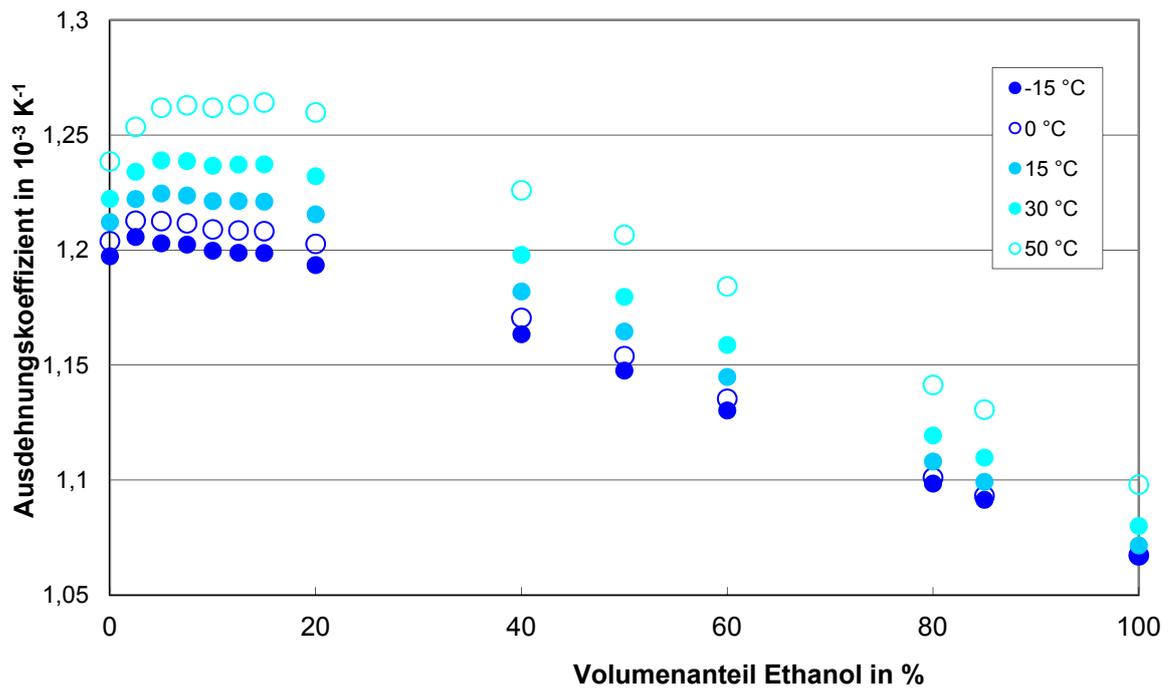


Abb. 6-7: Abhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten vom Mischungsverhältnis für Ethanol-Ottokraftstoff-Mischungen. Ottokraftstoff in Sommerqualität. Die Temperaturabhängigkeit der Dichte wurde hierzu durch ein Polynom 3. Grades beschrieben.

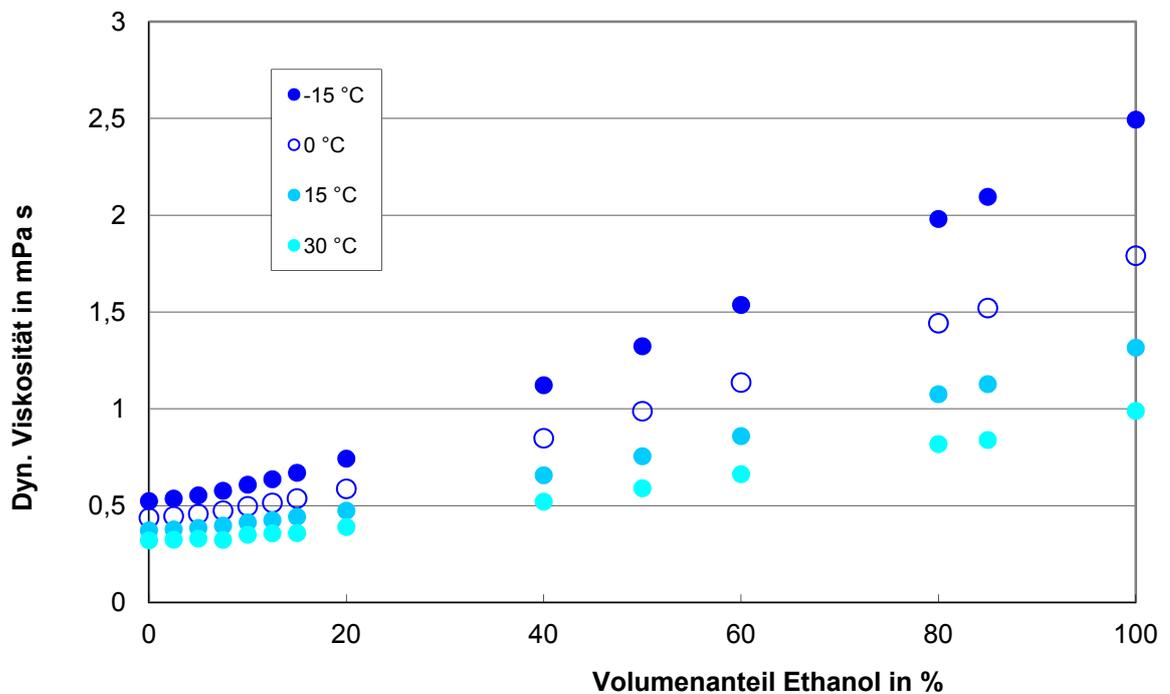


Abb. 6-8: Abhängigkeit der Viskosität vom Mischungsverhältnis für Ethanol-Ottokraftstoff-Mischungen. Ottokraftstoff in Sommerqualität.

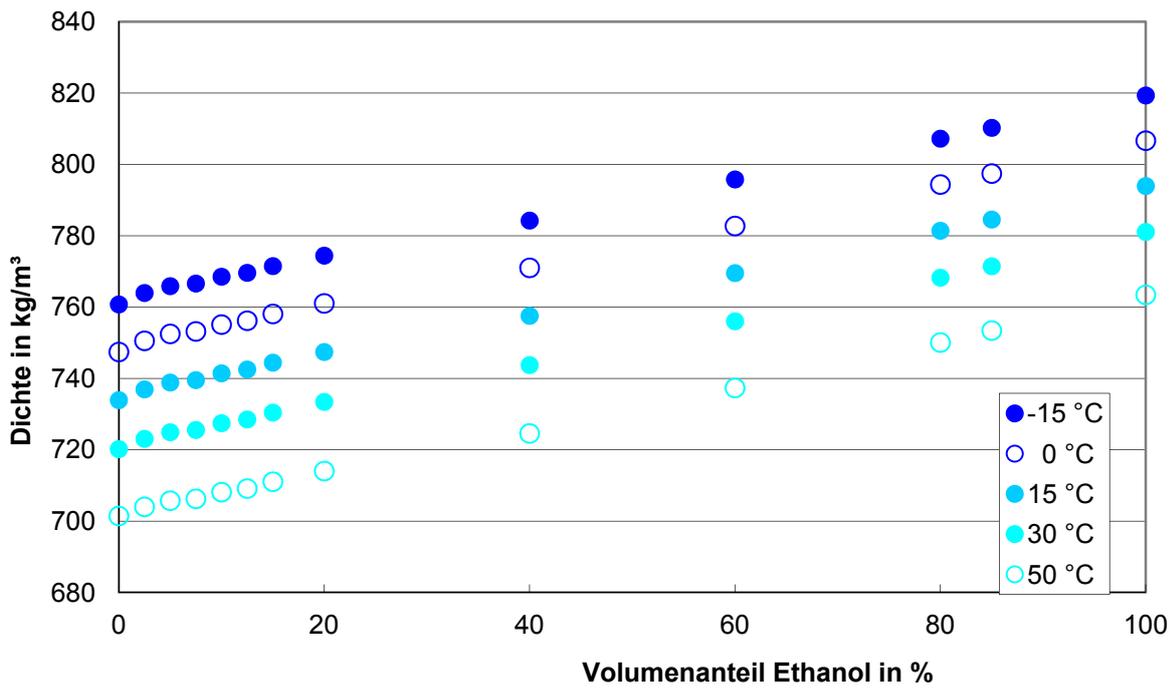


Abb. 6-9: Abhängigkeit der Dichte vom Mischungsverhältnis für Ethanol-Ottokraftstoff-Mischungen. Ottokraftstoff in Winterqualität.

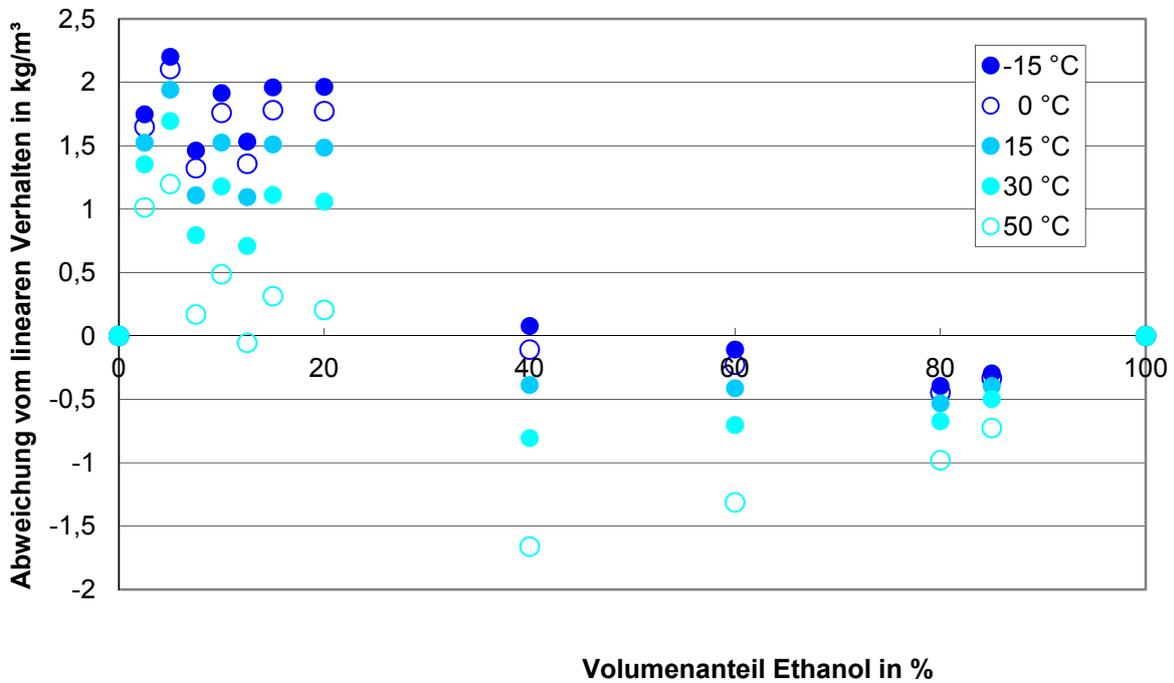


Abb. 6-10: Abhängigkeit der Dichte vom Mischungsverhältnis für Ethanol-Ottokraftstoff-Mischungen. Ottokraftstoff in Winterqualität. Abweichung von einem linearen Verhalten.

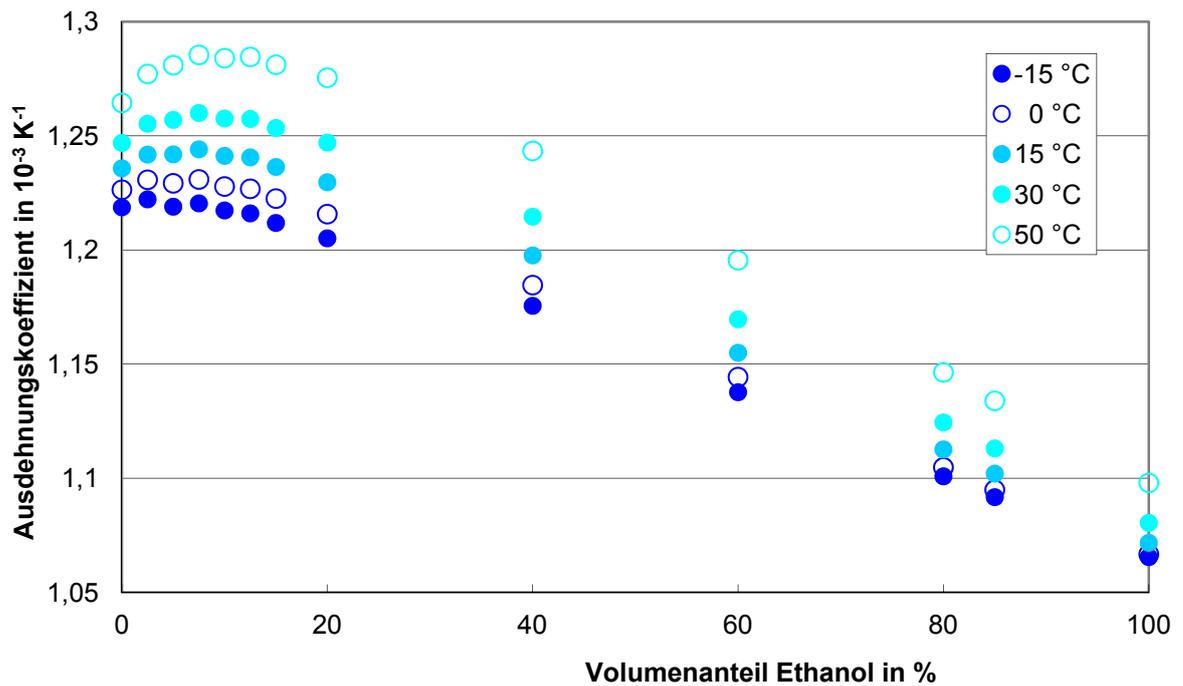


Abb. 6-11: Abhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten vom Mischungsverhältnis für Ethanol-Ottokraftstoff-Mischungen. Ottokraftstoff in Winterqualität. Die Temperaturabhängigkeit der Dichte wurde hierzu durch ein Polynom 3. Grades beschrieben.

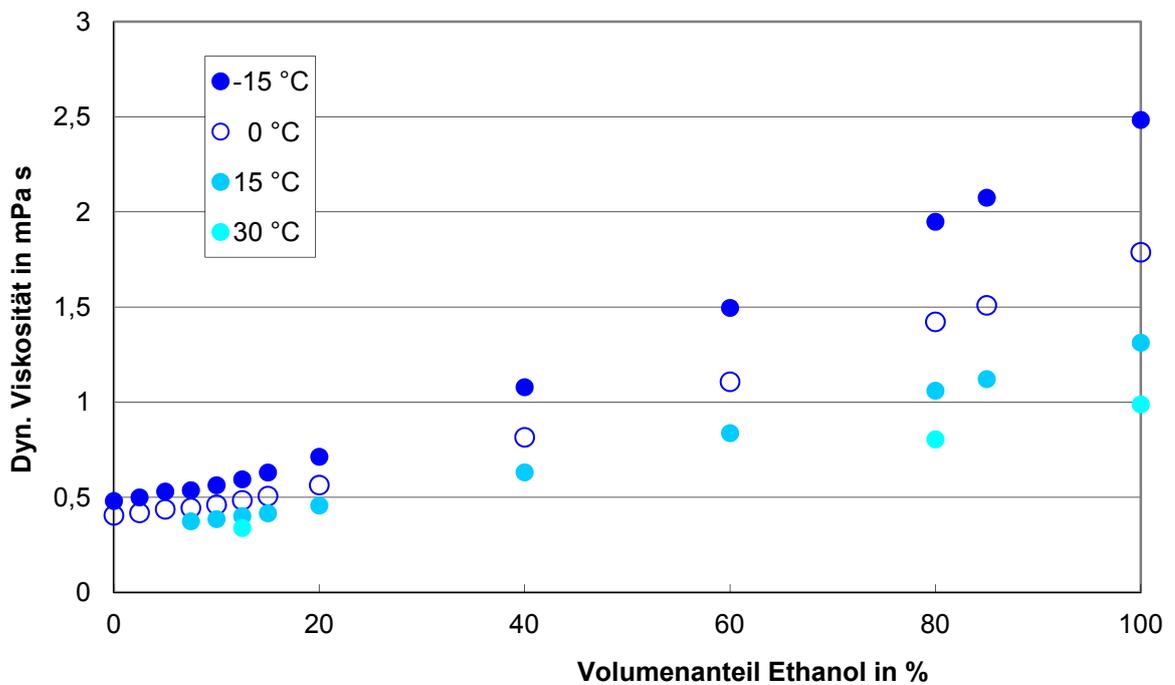


Abb. 6-12: Abhängigkeit der Viskosität vom Mischungsverhältnis für Ethanol-Ottokraftstoff-Mischungen. Ottokraftstoff in Winterqualität.

6.3 Verhalten von Dieselkraftstoffen bei der Zumischung von Biodiesel

Die Untersuchung der Abhängigkeit der Dichte und des thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei der Zumischung von Biodiesel in fossilen Dieselkraftstoff erfolgte ebenfalls in der gleichen Weise wie in obigem Kapitel 6.1 beschrieben. Auch hier wurden zwei Mischungsreihen, eine mit Kraftstoff in Sommerqualität und eine mit Kraftstoff in Winterqualität hergestellt und vermessen. Es sei auch hier noch einmal darauf hingewiesen, dass der Ausgangskraftstoff nur einer aus der in Kapitel 5 beschriebenen Vielfalt ist. Messungen mit einem anderen Ausgangskraftstoff lassen deshalb im Rahmen der in Kapitel 5 beschriebenen Bandbreite andere Ergebnisse erwarten. Die Biodiesel-Komponente wurde für alle Mischungen aus der gleichen Charge entnommen. Es wurden aber neben Mischungen mit Rapsölmethylester auch weitere mit anderen Biodieseln (Sojaölmethylester, Palmölmethylester und Kokosmethylester) hergestellt und vermessen (vgl. Tabelle 3).

Analog zu Kapitel 6.2 sind die hier bei der Zumischung vom Rapsölmethylester (RME) erzielten Ergebnisse in den Abbildungen 6-13 bis 6-16 für die Mischungsreihe mit Sommerqualität und in den Abbildungen 6-17 bis 6-20 für die Mischungsreihe mit Winterqualität dargestellt.

Die in Kapitel 6.1 gemachten Angaben für die Unsicherheit im thermischen Ausdehnungskoeffizienten sind für die Biodiesel-Diesel-Blends noch günstiger. Wegen der „besseren“ Linearität der Dieselkraftstoffe sind diese kleiner als $5 \cdot 10^{-4}$ bei einer linearen Approximation und kleiner als $5 \cdot 10^{-5}$ bei einer Approximation mit einem Polynom 3. Grades.

Auch bei diesen Mischungsreihen wächst die Dichte in grober Näherung linear mit dem Anteil an beigemischttem Rapsölmethylester. Das Excessvolumen stellt sich ähnlich dar wie bei der Ethanol-Hexan-Mischungsreihe, ist aber erheblich – etwa um einen Faktor 9 – kleiner.

Der thermische Ausdehnungskoeffizient ändert sich für die Mischungsreihe mit Diesel in Sommerqualität praktisch nicht, als Größenordnung sei 0,5 % genannt. Das Verhalten ist temperaturabhängig, bei -15 °C ist ein Maximum bei etwa 90 % RME-Beimischung angedeutet. Dieses Maximum verstärkt sich mit steigender Temperatur und verschiebt sich gleichzeitig zu kleineren Mischungsanteilen von RME. Für Temperaturen oberhalb 30 °C ist der thermische Ausdehnungskoeffizient von reinem RME kleiner als der von reinem fossilen Diesel.

Das reine fossile Winterdiesel hat gegenüber der Sommerqualität einen um 3 % größeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Hier nimmt der Ausdehnungskoeffizient der Mischungsreihen kontinuierlich ab, das Verhalten ist in guter Näherung linear im Mischungsverhältnis.

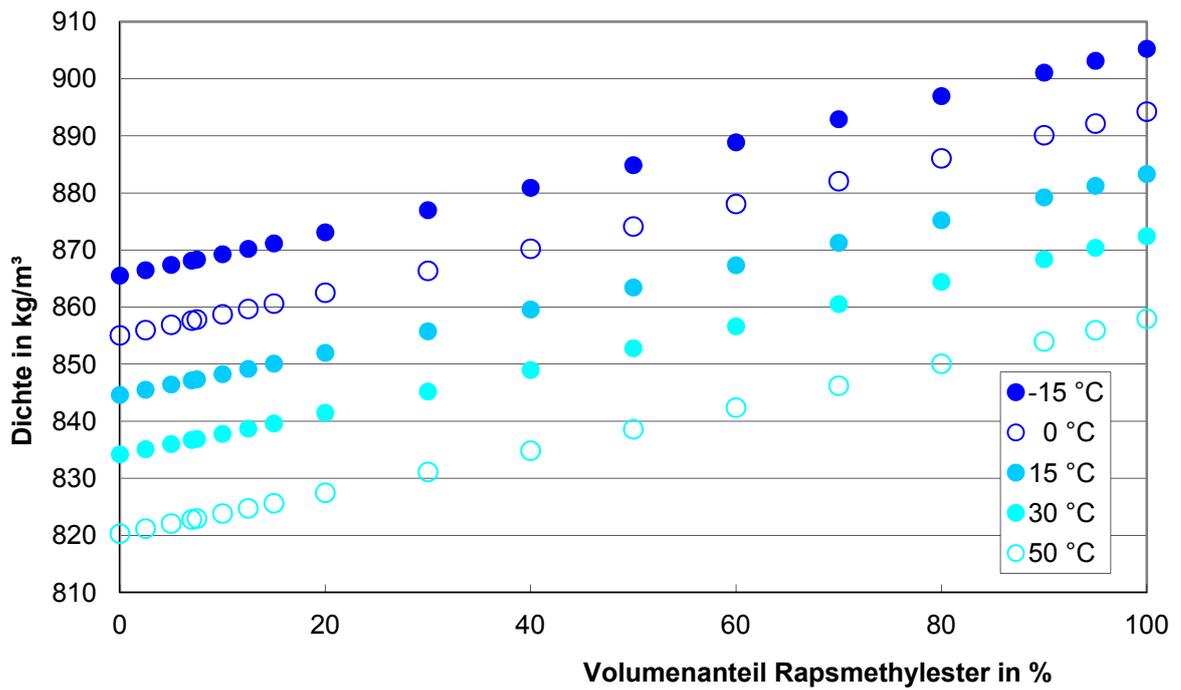


Abb. 6-13: Abhängigkeit der Dichte vom Mischungsverhältnis für RME-Dieselmischungen. Dieselmischungen in Sommerqualität.

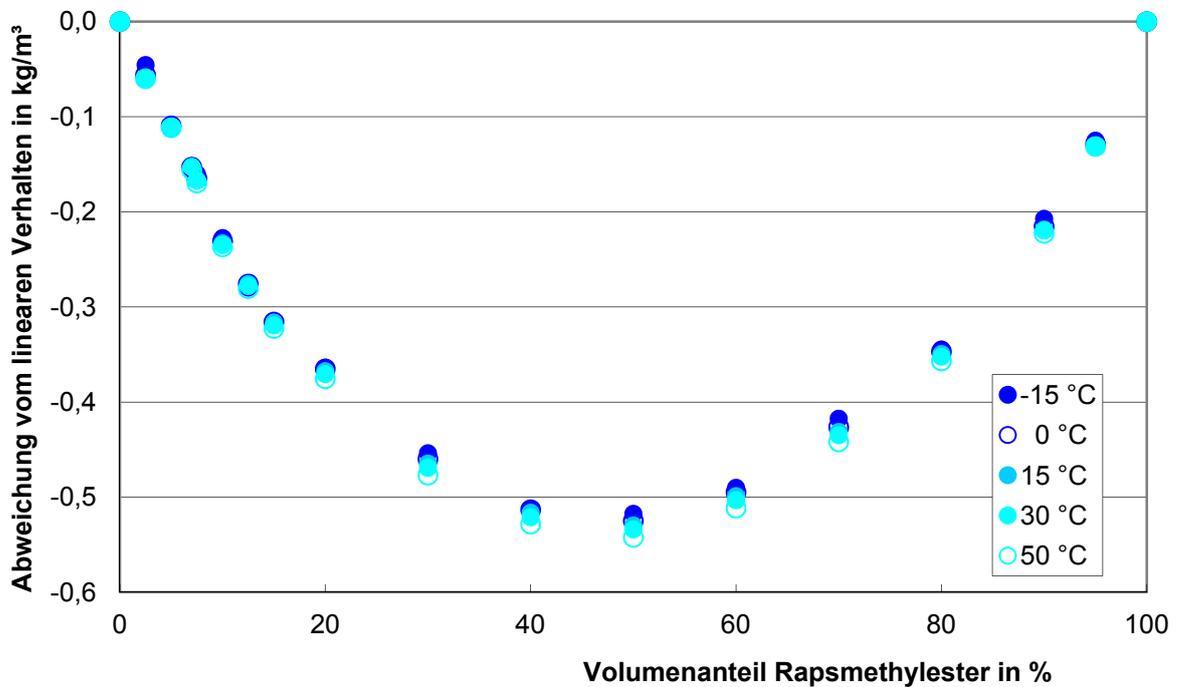


Abb. 6-14: Abhängigkeit der Dichte vom Mischungsverhältnis für RME-Dieselmischungen. Dieselmischungen in Sommerqualität. Abweichung von einem linearen Verhalten.

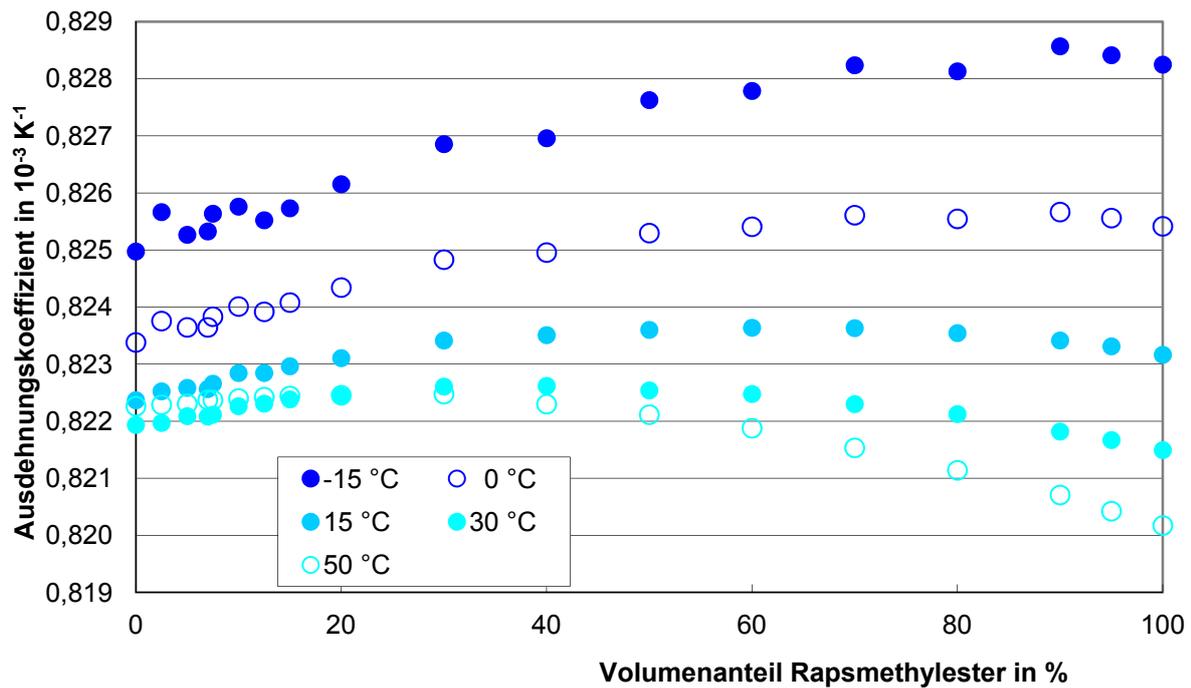


Abb. 6-15: Abhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten vom Mischungsverhältnis für RME-Dieselmischungen. Dieselmischungen in Sommerqualität. Die Temperaturabhängigkeit der Dichte wurde hierzu durch ein Polynom 3. Grades beschrieben.

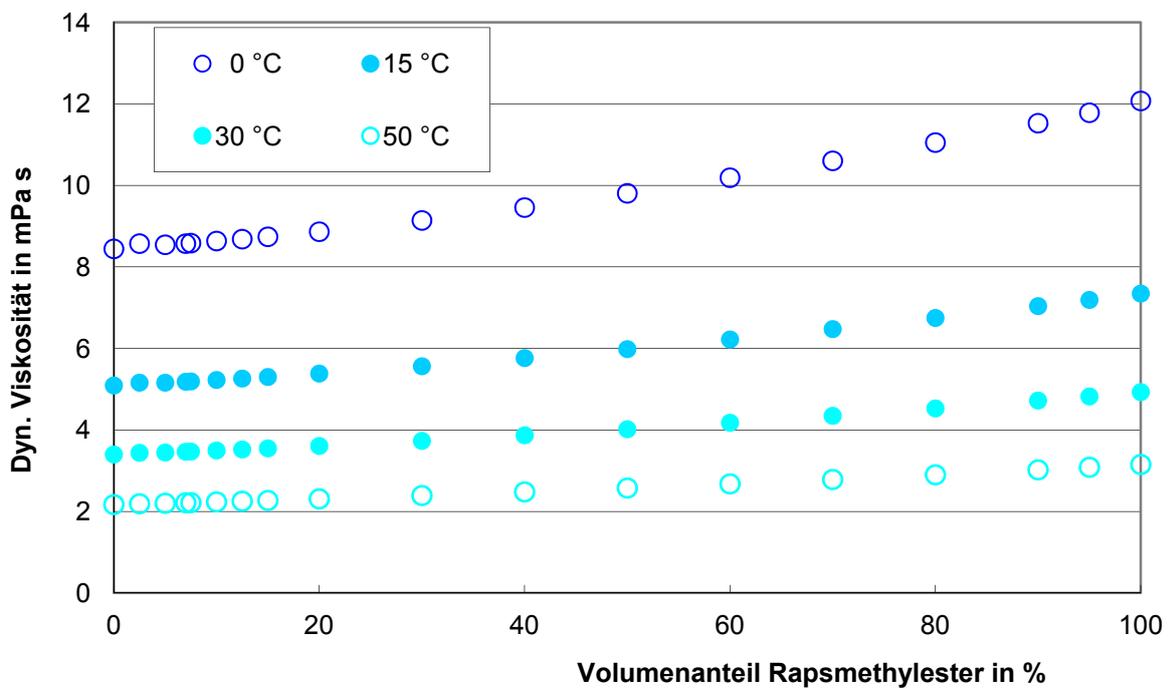


Abb. 6-16: Abhängigkeit der Viskosität vom Mischungsverhältnis für RME-Dieselmischungen. Dieselmischungen in Sommerqualität.

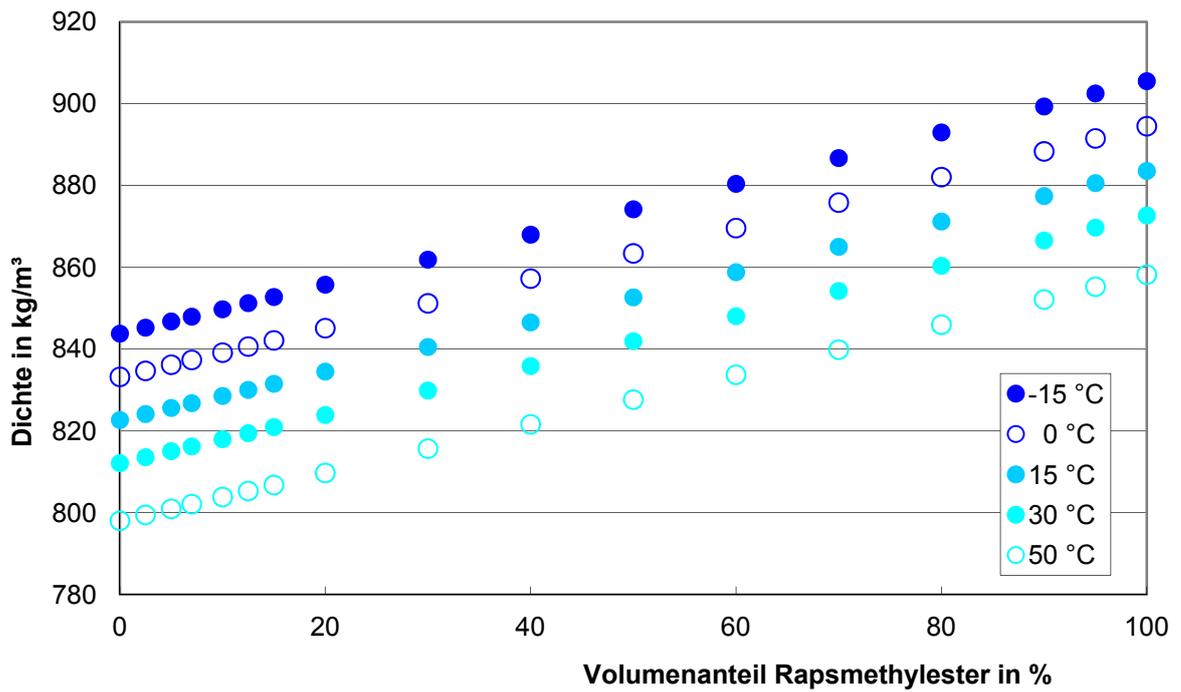


Abb. 6-17: Abhängigkeit der Dichte vom Mischungsverhältnis für RME-Dieselmischungen. Dieselmischungen in Winterqualität.

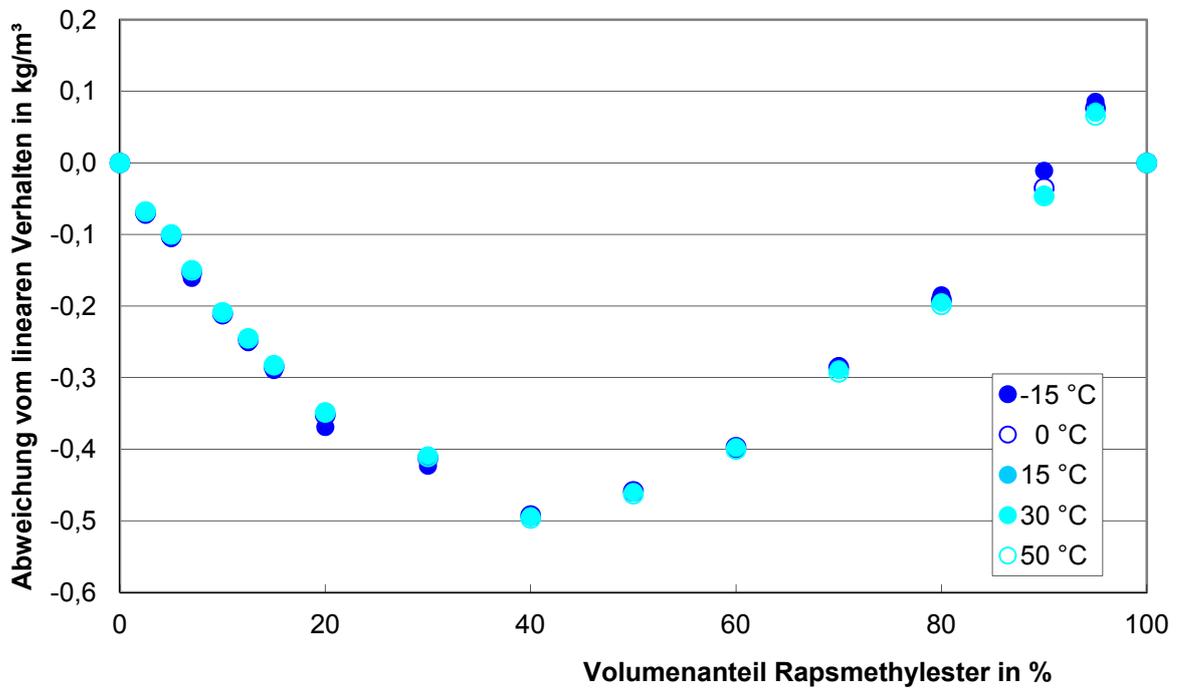


Abb. 6-18: Abhängigkeit der Dichte vom Mischungsverhältnis für RME-Dieselmischungen. Dieselmischungen in Winterqualität. Abweichung von einem linearen Verhalten.

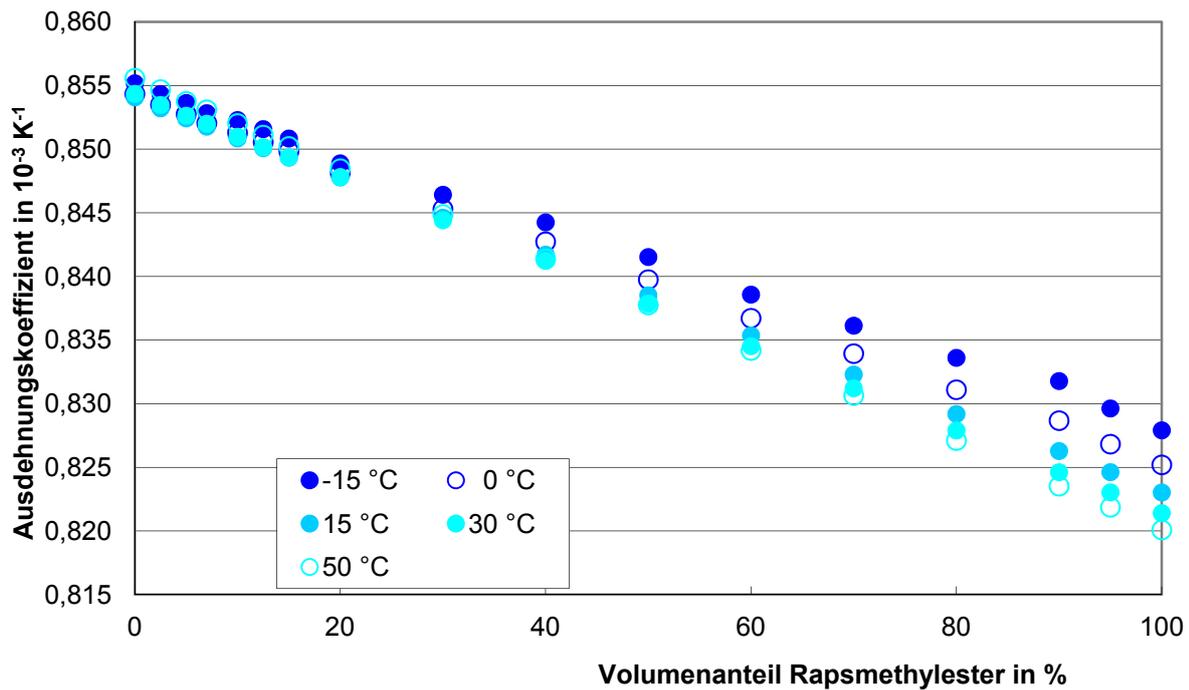


Abb. 6-19: Abhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten vom Mischungsverhältnis für RME-Dieselmkraftstoff-Mischungen. Dieselmkraftstoff in Winterqualität. Die Temperaturabhängigkeit der Dichte wurde hierzu durch ein Polynom 3. Grades beschrieben.

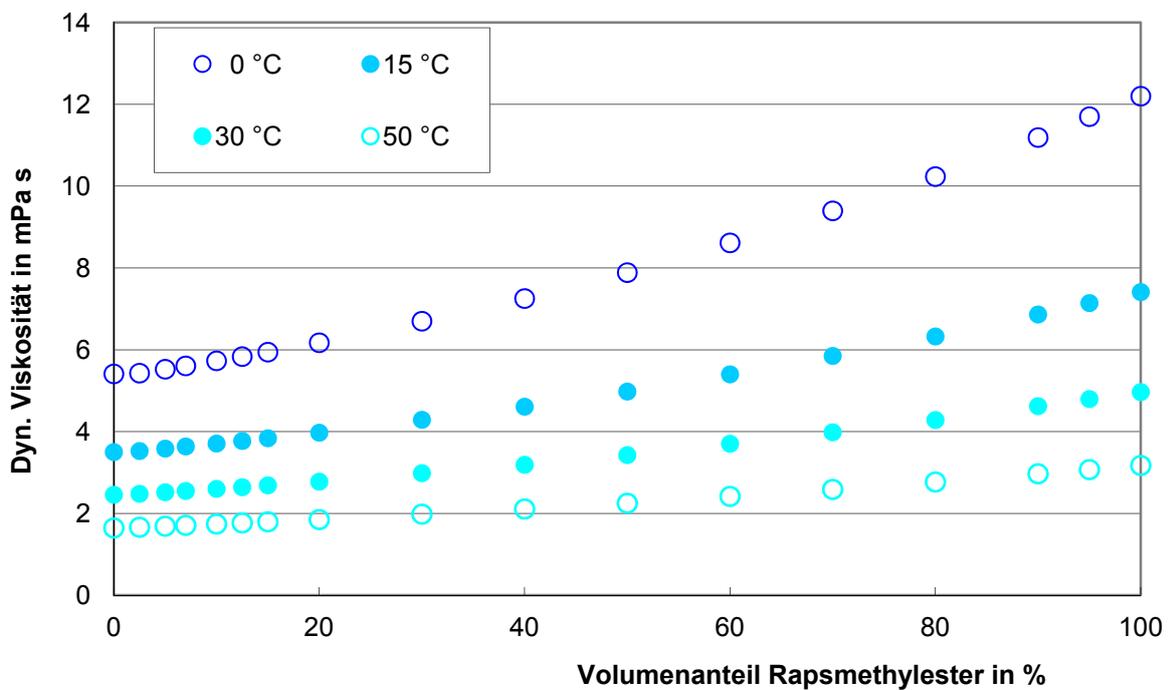


Abb. 6-20: Abhängigkeit der Viskosität vom Mischungsverhältnis für RME-Dieselmkraftstoff-Mischungen. Dieselmkraftstoff in Winterqualität.

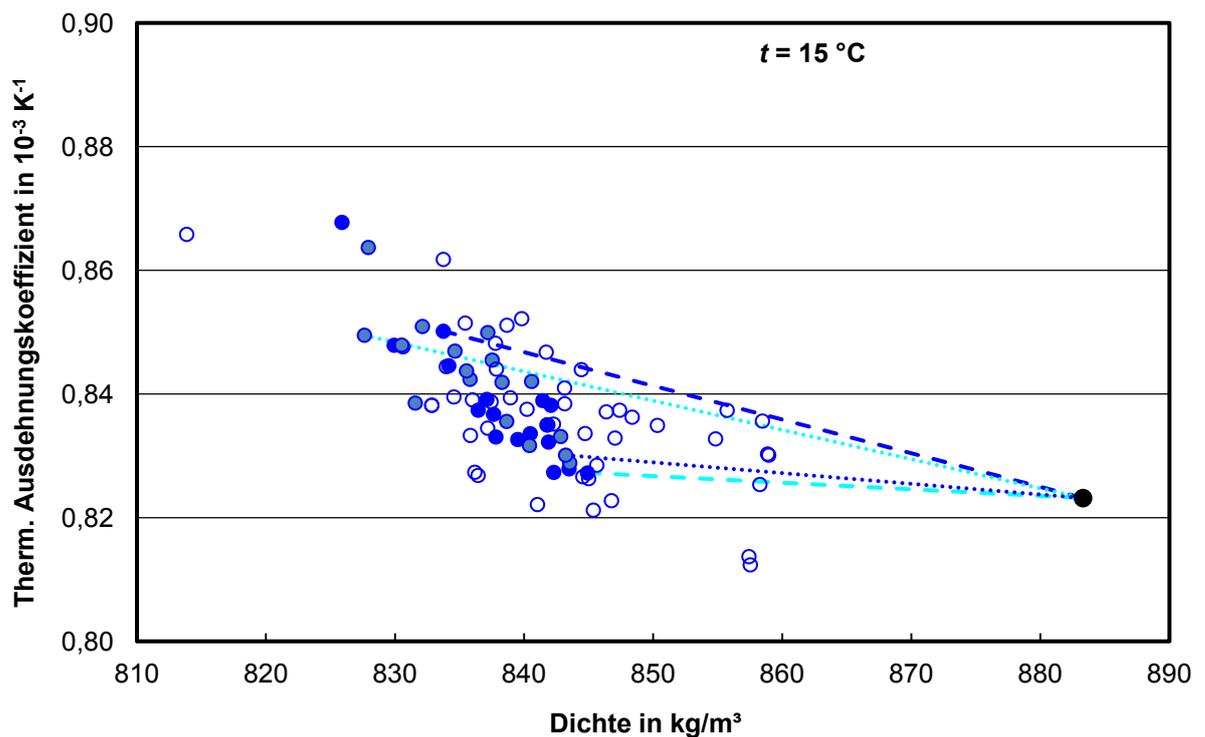


Abb. 6-21: Zwei der möglichen Varianten für den Verlauf der Dichteabhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei Zumischung von Biodiesel. Der schwarze Vollkreis bezeichnet den Wert für reinen Rapsölmethylester. Die lang-gestrichelten Linien zeigen zwei mögliche Verläufe für die Mischung mit Sommerdiesel, die kurz-gestrichelten Linien zwei mögliche Verläufe für die Mischung mit Winterdiesel. Die Abbildung ist eine Erweiterung der Abbildung 5-2.

Es sei wieder betont, dass diese Mischungsreihen auf der zufälligen Wahl unseres Ausgangsmaterials fußen, für Ausgangsmaterial aus einer anderen Raffinerie sind im Detail andere Ergebnisse zu erwarten. Dies sei in Abb. 6-21 deutlich gemacht: Hier sind in die Abbildung 5-2, die die Dichteabhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Diesel-Regionalproben darstellt, zwei mögliche Verläufe, die auf verschiedenem Ausgangsmaterial basieren, eingezeichnet. Die Biodiesel-Komponente ist hier als für alle Mischungen gleich angenommen. Die in den Abbildungen 6-17 und 6-19 dargestellt Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis ist in dieser Abbildung als Dichteänderung zu erkennen.

Eine Überschreitung der Eichfehlergrenzen für die Temperatur-Mengenbewertung ist bei Zumischung von RME zu fossilem Diesel wegen der sehr geringen Änderungen des thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei keiner der möglichen Varianten zu befürchten.

In den Abbildungen 6-16 und 6-20 sind die dynamischen Viskositäten der gemessenen Mischungen dargestellt. Der Wert der Viskosität vergrößert sich für die Mischungen mit Winterdiesel etwa um einen Faktor 2, wenn die Mischungsreihe durchlaufen wird, bei Mischungen mit Sommerdiesel beträgt dieses Verhältnis etwa 1,5. Das Verhalten ist nichtlinear im Mischungsverhältnis. Die Mischungen mit

Kraftstoff in Winterqualität erlauben keine Messungen bei Temperaturen unterhalb 0 °C, weil sich hier feste Ausscheidungen bilden, die die Messung unmöglich machen.

6.4 Verhalten von Dieselkraftstoffen bei der Zumischung von SME, PME oder CME

Neben den Mischungsreihen mit Rapsölmethylester (RME) wurden auch in geringerem Umfang Mischungsreihen mit Sojaölmethylester (SME), Palmölmethylester (PME) und Kokosmethylester (CME) untersucht.

An dieser Stelle sei eine Zusammenfassung gezeigt, die die Abhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten von der Dichte für alle Mischungsreihen vergleicht (Abbildung 6-22).

Das Verhalten der SME-Mischungen ist nahezu gleich dem der RME-Mischungen. Die Unterschiede sind vernachlässigbar, wenn man die Schlussbetrachtungen von Kapitel 6.3 zugrunde legt.

PME hat einen um etwa 2 % größeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei einer Dichte, die etwa 1 % geringer ist als die von RME und SME. Die Werte liegen aber noch vollständig innerhalb eines Bereiches für den thermischen Ausdehnungskoeffizienten, der keine eichrechtlichen Komplikationen hervorruft.

CME hat einen deutlich höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als RME und SME, der Unterschied beträgt 9 %. Dieser Wert überschreitet die in Kapitel 5 beschriebene Grenze von 6,8 % deutlich. Ein Biodiesel-Diesel-Blend mit großem CME-Anteil fällt also aus dem eichrechtlichen Rahmen. Dieser Fall hat aber wegen der geringen Mengen CME, die sich im Markt befinden, keine große praktische Bedeutung.

Der für die Mischungsreihen CME-WDK und PME-WDK verwendete fossile Dieselkraftstoff musste einem anderen Vorratskanister entnommen werden als der für die Mischungsreihen RME-WDK und SME-WDK verwendete Diesel. Die Werte für die Dichte und den thermischen Ausdehnungskoeffizient des fossilen Ausgangsmaterials unterscheiden sich deshalb geringfügig, zu erkennen an den unterschiedlichen Werten der in der Abbildung am weitesten links liegenden Datenpunkte, die das reine fossile Material beschreiben.

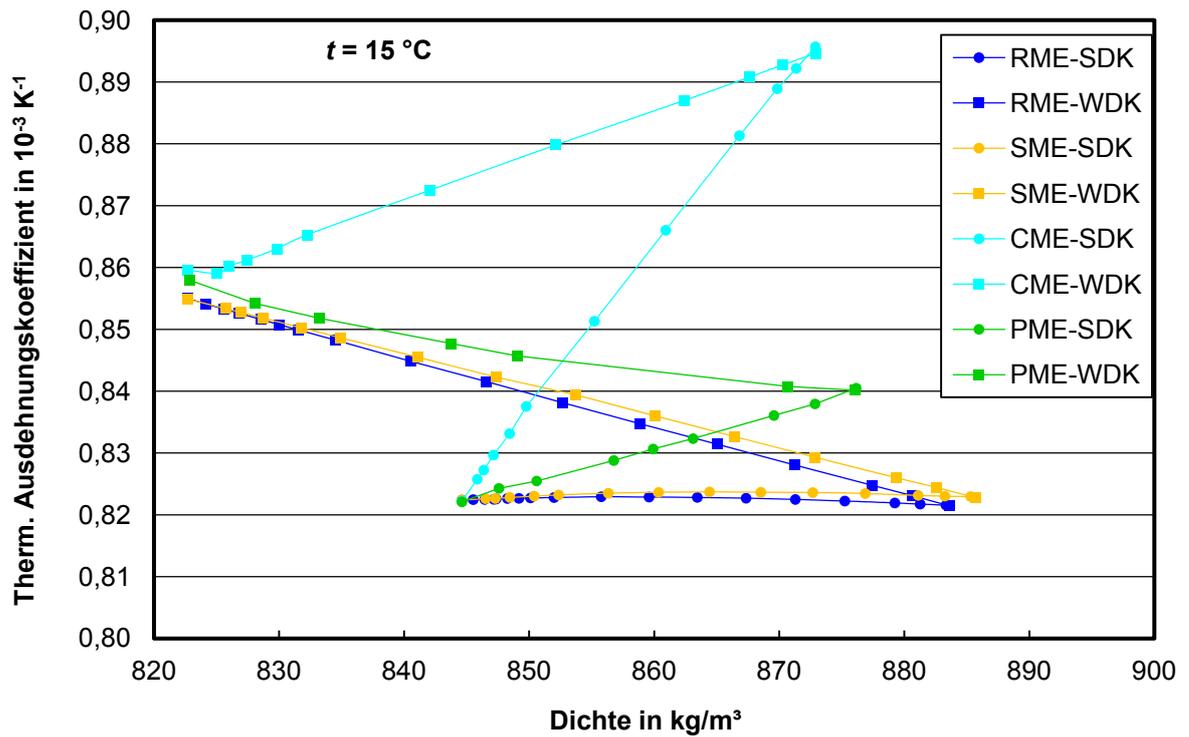


Abb. 6-22: Vergleich der Abhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten von der Dichte für die Mischungsreihen Rapsölmethylester-Sommerdiesel (RME-SDK), Rapsölmethylester-Winterdiesel (RME-WDK), Sojaölmethylester-Sommerdiesel (SME-SDK), Sojaölmethylester-Winterdiesel (SME-WDK), Palmölmethylester-Sommerdiesel (PME-SDK), Palmölmethylester-Winterdiesel (PME-WDK), Kokosmethylester-Sommerdiesel (CME-SDK) und Kokosmethylester-Winterdiesel (CME-WDK). Die Messpunkte mit der kleinsten Dichte sind jeweils die Werte für fossilen Diesel, die Dichte wächst jeweils mit steigendem Volumenanteil des Biodiesels.

7 Auswirkung auf das gesetzliche Messwesen und die Normung

Die Einführung der neuen Kraftstoffmischungen brachte besonders für die Eichbehörden die Frage auf, ob die bisher für die Eichung der Volumenmessanlagen von Verladestationen und Transportfahrzeugen verwendeten Materialparameter, die Dichte und deren Temperaturabhängigkeit, noch weiter verwendet werden können. Ähnliche Überlegungen wurden auch im Normungswesen betrachtet.

Eine solche Betrachtung der Auswirkungen der Beimischungen von Biokraftstoffen zu fossilen Kraftstoffen auf eventuell notwendige Änderungen sollte immer im Kontext der bereits vorher bestehenden natürlichen Streuung von Parametern durchgeführt werden. Eine ausführliche Darstellung des aktuellen Zustandes ist deshalb in Kapitel 5 gegeben.

Kapitel 6 stellt dem die durch Beimischung von Biokraftstoffen bewirkten Änderungen gegenüber. Es zeigt sich, dass diese Änderungen im Ethanol-Benzin-System für kleine Ethanol-Beimischungen unter 30 % und im Biodiesel-Diesel-System für alle Beimischungen von Rapsölmethylester und Sojaölmethylester innerhalb der natürlichen Streuung der Parameter Dichte und thermischer Ausdehnungskoeffizient liegen.

Hier ist also zunächst keine Änderung der eichrechtlichen Regelungen und in diesbezüglicher Normung erforderlich. Eine Problematik ergibt sich aber, wenn der thermische Ausdehnungskoeffizient aus der Dichte berechnet wird, wie es das sogenannte Verfahren 2, die exponentielle Darstellung der Abhängigkeit der Dichte von der Temperatur, vorschreibt. Siehe hierzu Anhang 2 (Kapitel 12).

Da bei Zumischung die Dichte ansteigt, der Ausdehnungskoeffizient sich aber kaum ändert, liefert diese Berechnung zu kleine Werte für den thermischen Ausdehnungskoeffizienten und damit einen falschen Mengenumwertungsfaktor. Der berechnete Ausdehnungskoeffizient für Diesel-Blends ändert sich um 10 % bei Variation des Bio-Anteils von 0 % auf 100 %, während der gemessene Wert sich nur um 3 % ändert, wenn Winterdiesel als Ausgangsmaterial verwendet wird, bei Sommerdiesel ist die gemessene Änderung geringer als 0,5 %.

Bei Ethanol-Benzin-Mischungen beträgt bei Variation des Ethanol-Anteils von 0 % auf 100 % die gemessene Änderung im Ausdehnungskoeffizienten 14 % bzw. 16 %, die mit (11.1) berechnete Änderung aber 23 %.

Sowohl beim Benzin- als auch beim Diesel-System sind die Abweichungen der berechneten thermischen Ausdehnungskoeffizienten von den gemessenen Werten so groß, dass die Eichfehlergrenze überschritten wird.

Bei geringeren Beimischungen bis 30 % wird die Eichfehlergrenze aber noch eingehalten. Bei den heute verwendeten Beimischungsquoten von 10 % Ethanol und 7 % Biodiesel ist deshalb noch keine Überschreitung der Eichfehlergrenzen zu erwarten, wenn mit herkömmlichen Verfahren und Zahlenwerten gearbeitet wird. Aber auch hier sollte auf die Berechnung des Ausdehnungskoeffizienten nach (11.1) verzichtet werden, wenn dies möglich ist.

Die Beimischungen von Kokosmethylester können zwar schon in geringeren Beimischungen große Änderungen im thermischen Ausdehnungskoeffizienten bewirken, sind aber mengenmäßig so gering, dass sie hier nicht gesondert betrachtet werden müssen.

8 Vorschlag für die Klärung, ob bei zukünftigen Kraftstoffmischungen Handlungsbedarf für eine Neubestimmung der Mengenumwertungskoeffizienten besteht

In der vorliegenden Studie wurde gezeigt, dass eine Messserie, die Kraftstoffmischungen aus nur einem fossilen Kraftstoff und nur einen Biokraftstoff aus jeweils der gleichen Charge verwendet, nur repräsentative Ergebnisse für eine Klasse möglicher Ergebnisse liefern kann. Die Ergebnisse solch eine Messreihe können nicht mit der bei der Messung erzielten Präzision auf alle möglichen nominell gleichen Kraftstoffe übertragen werden. Es muss stattdessen mit Mittelwerten gearbeitet werden, die erheblich größere, durch die Streuung der Materialparameter bei Material verschiedener Herkunft bewirkte Unsicherheiten aufweisen.

Dies legt eine vereinfachte Strategie für die Messungen nahe, die durchzuführen sind, um Mengenumwertungsfaktoren zu bestimmen, wenn eine neue Kraftstoffsorte zum Mischen mit herkömmlichen Kraftstoffen auf den Markt gebracht wird.

Das herkömmliche Material, das als Basismaterial dient, sollte eine Dichte aufweisen, die innerhalb der natürlichen Streuung der Basiskraftstoffe auf der Seite liegt, die der der zugemischten Komponente gegenüberliegt, um Ergebnisse über einen weiten Dichtebereich zu bekommen. Bei zukünftigen neuen Kraftstoffen kann es natürlich auch vorkommen, dass deren Dichte geringer ist als die heutiger Kraftstoffe, hier wäre das in Kapitel 6 gezeigte Szenario umzudrehen.

Messungen der Dichte und des thermischen Ausdehnungskoeffizienten müssen dann nur für das Basismaterial und für die neue Komponente durchgeführt werden. Eine lineare Interpolation zwischen diesen Werten ist im Rahmen der zur Bestimmung des Mengenumwertungskoeffizienten erforderlichen Genauigkeit in der Regel ausreichend. Eine Überprüfung der Linearität kann an zwei zusätzlichen Mischungen, von denen eine in etwa die für die Markteinführung geplante Mischung repräsentiert, durchgeführt werden. Nur, wenn Anzeichen für stark nichtlineares Verhalten vorliegen, müssen dann Messungen an weiteren Mischungen durchgeführt werden. Nichtlineares Verhalten ist besonders bei der Mischung von unpolaren mit polaren Flüssigkeiten zu erwarten, wie es hier am Beispiel Benzin-Ethanol gezeigt wurde.

Wenn das Verhalten der Mischungen sich als konventionell erweist, können mittlere Mengenumwertungsfaktoren ermittelt werden. Sie sind nicht an den Messwert der konkret gemessenen Mischung gekoppelt, sondern an die (bekannten) Mittelwerte für das Ensemble aller Basiskraftstoffe. Sollte zu erwarten sein, dass die neue Komponente ebenfalls stark variierende Parameter ausweist, muss auch hier eine entsprechende Messserie zur Bestimmung der Streuung und der Mittelwerte von Dichte und thermischem Ausdehnungskoeffizient bei Material verschiedener Herkunft durchgeführt werden.

9 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie werden Messungen der Dichte und Viskosität sowie deren Temperaturabhängigkeiten an einer Reihe von Gemischen aus Biokraftstoffen und fossilen Kraftstoffen beschrieben. Die Mischungsreihen decken die in Deutschland und in weiten Teilen Europas verwendeten handelsüblichen Kraftstoffe ab. Um auch Daten für zukünftig auf den Markt kommende Gemische mit größeren Bioanteilen abzudecken, wurden bei allen Mischungsreihen Mischungen mit Mischungsverhältnissen zwischen 0 % und 100 % Bioanteil hergestellt und vermessen. Um das prinzipielle Verhalten zu verstehen, wurden zusätzlich Messungen an reinen Alkanen und an Mischungsreihen Ethanol-Hexan und Ethanol-Nonan durchgeführt.

Zum Vergleich wurde – vermittelt durch die DGMK – eine Sammlung von Proben vermessen, die die regionale Streuung der Parameter der derzeit in Deutschland auf dem Markt befindlichen Kraftstoffe abdeckt.

Dichte und thermischer Ausdehnungskoeffizient sind eichrechtlich relevante Größen, da sie für die Temperatur-Mengenbewertung, die Berechnung des Normvolumens bei 15 °C, erforderlich sind.

Die Viskosität hat keine eichrechtliche Relevanz, ist aber als mögliche Korrektionsgröße für Durchflussmessungen von Bedeutung und ein wichtiger Prozessparameter für die Steuerung von Kraftstofffluss sowohl in Transportleitungen als auch bei der Kraftstoffeinspritzung in Motoren. Viskositätsdaten wurden deshalb, soweit möglich, mit gemessen.

Die Untersuchungen zeigen, dass die durch Beimischung von Biokraftstoffen bewirkte Änderung der Dichte und des thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei Beimischungen von Biokraftstoff bis zu einem Anteil von 30 % bei allen untersuchten Mischungen innerhalb der natürlichen Streuung der bei der Untersuchung der Regionalproben gemessenen Parameter liegt.

Bei Biodiesel-Diesel-Mischungen gilt diese Aussage auch für Mischungen bis zu Bioanteilen von 100 %. Bei Ethanol-Benzin-Mischungen mit Ethanol-Anteilen größer 30 % sind die Änderungen des thermischen Ausdehnungskoeffizienten größer als es die natürliche Streuung der Werte der Regionalproben vorgibt.

Die Ergebnisse legen nahe, dass bei den derzeit verwendeten Kraftstoffen mit Bioanteilen unterhalb 10 % kein unmittelbarer Handlungsbedarf für das Eichwesen und das Normungswesen besteht, vorhandene Regelungen können weiter angewendet werden. Die üblicherweise für die Temperatur-Mengenbewertung verwendete Regelung, die eine Berechnung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten aus der Dichte vorsieht, kann aber bei größeren Beimischungen von Bioanteilen zu falschen Umwertungskoeffizienten führen. Hier ist eine vorbereitende Anpassung an zukünftige Entwicklungen im Normungsbereich zu empfehlen.

10 Literatur

- [1] Hans Schoeneck, Wolf Weber
Die Änderung der Dichte von Mineralölprodukten mit der Temperatur – Beitrag zu einer
Änderung von DIN 51757
Erdöl und Kohle · Erdgas · Petrochemie 13 (1960) S. 738-739
- [2] DIN 51757
- [3] Detlev Mencke
Einstellwerte für Temperatur-Mengennumwerter von Flüssigkeitszählern
PTB-Mitteilungen 109 (1999) S. 385-388
- [4] Gudrun Wendt, Michael Rinker
Einstellwerte für Temperatur-Mengennumwerter von Flüssigkeitszählern
PTB-Mitteilungen 114 (2004) S. 117 - 119

Anhang 1: Funktionale Beschreibung der Temperaturabhängigkeit der Dichte durch Polynome

Der thermische Ausdehnungskoeffizient kann durch Approximation einer Kurve an die Messdaten und anschließende Differentiation gewonnen werden. Die meisten Flüssigkeiten zeigen in guter Näherung eine lineare Abhängigkeit der Dichte von der Temperatur, die bei Annäherung an den kritischen Punkt in eine exponentielle Abhängigkeit übergeht. Die bekannteste Ausnahme ist Wasser, das bei 4 °C ein Dichtemaximum hat.

Eine genauere Beschreibung verlangt jedoch Korrekturen an der linearen Beschreibung, deren funktionaler Zusammenhang nicht per se gegeben ist. Im Folgenden soll deshalb die Approximation durch Polynome verschiedenen Grades wie in Gleichung A1.1 untersucht werden.

Es sei noch einmal erwähnt, dass die Auflösung des Messgerätes 0,001 kg/m³ ist, als Messunsicherheiten wurden bereits 0,020 kg/m³ für den Temperaturbereich oberhalb 0 °C und 0,050 kg/m³ für den Temperaturbereich unterhalb 0 °C genannt.

Die allgemeine Polynomgleichung lautet:

$$\rho(t) = \rho_B^* (1 + \gamma (t - t_B)) = \rho_B^* \{1 + [A_1 + A_2^* (t - t_B) + A_3^* (t - t_B)^2 + \dots] (t - t_B)\} \quad (\text{A1.1})$$

ρ	Dichte
ρ_B	Bezugsdichte, hier bei $t = 15 \text{ °C}$
t	Temperatur in °C
t_B	Bezugstemperatur, hier $t_B = 15 \text{ °C}$
γ	thermischer Ausdehnungskoeffizient
A_i	Anpasskonstanten

Anmerkung: Der hier verwendete Ausdehnungskoeffizient ermöglicht die direkte Berechnung der Dichte bei Kenntnis der Flüssigkeitstemperatur, er ist nicht zu verwechseln mit dem thermodynamisch definierten Volumenausdehnungskoeffizienten

$$\alpha^* = \frac{1}{V_0} \frac{dV}{dT} \quad (\text{A1.2})$$

α^ lässt sich durch Integration über die Temperatur in γ überführen.*

In den Abbildungen A1-1a bis A1-1d ist die Abweichung der Messwerte von einer solchen Polynomapproximation am Beispiel eine Ethanol-Hexan-Mischung mit 10 % Ethanol-Anteil dargestellt. Abbildung A1-1a, die lineare Darstellung, zeigt Abweichungen bis zu 0,7 kg/m³ zwischen den Messwerten und der Approximation. Die Abweichung selbst hat aber eine klar erkennbare Temperaturabhängigkeit, hier ist deshalb durch eine Approximation mit einem Polynom höheren Grades eine Verbesserung zu erwarten. Schon die Approximation mit einem Polynom 2. Grades (Abbildung A1-1b) verringert die Größe dieser Abweichungen auf etwa ein Zehntel. Die Argumentation zur Approximation 1. Grades ist auch hier gültig. Die Approximation mit einem Polynom 3. Grades (Abbildung A1-1c) schließlich verringert die Größe der Abweichungen grob um noch einmal einen Faktor 10, die

Abweichungen liegen jetzt deutlich unter der Messunsicherheit und nahe der Auflösung der Dichteangabe des Messgerätes. Eine Struktur in den Daten ist aber noch erkennbar. Eine Approximation mit einem Polynom 4. Grades (Abbildung A1-1d) ergibt keine große Verringerung der Abweichungen mehr, mit Ausnahme eines Messpunktes liegt diese jetzt unter der Auflösung des Messgerätes. Die Abweichungen sind jetzt aber statistisch verteilt.

Eine solche Optimierung der Approximationskurve ist sicherlich für spezielle Zwecke sinnvoll, für die Darstellung der Temperaturabhängigkeit von Ottokraftstoffen für eichrechtliche Zwecke sollte sich die verwendete Genauigkeit aber an praktischen Gegebenheiten orientieren. Die ist zum Einen die natürliche Streuung der Parameter und zum Anderen die Eichfehlergrenze.

Die natürliche Streuung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten überdeckt eine Spanne von etwa 10 % (vgl. hierzu Kapitel 5). Eine sehr genaue Darstellung beschreibt deshalb zwar eine Einzelprobe sehr gut, aber nicht notwendigerweise die Gesamtheit der im Alltag vorliegenden Kraftstoffe. Andererseits beträgt die hier bei der linearen Approximation gefundene maximale Abweichung $0,7 \text{ kg/m}^3$. Dies ist eine Größenordnung, die bei vielen im Einsatz befindlichen Messgeräten deren Auflösung entspricht, also nicht mehr zuverlässig detektiert werden kann. Die relative Abweichung beträgt nur 0,11 %, bei der Mengenumwertung von 50 °C auf 15 °C würde sich eine Abweichung zwischen der berechneten und der gemessenen Dichte von 0,14 % ergeben, ein Wert, der noch deutlich unter der Eichfehlergrenze von 0,2 % liegt.

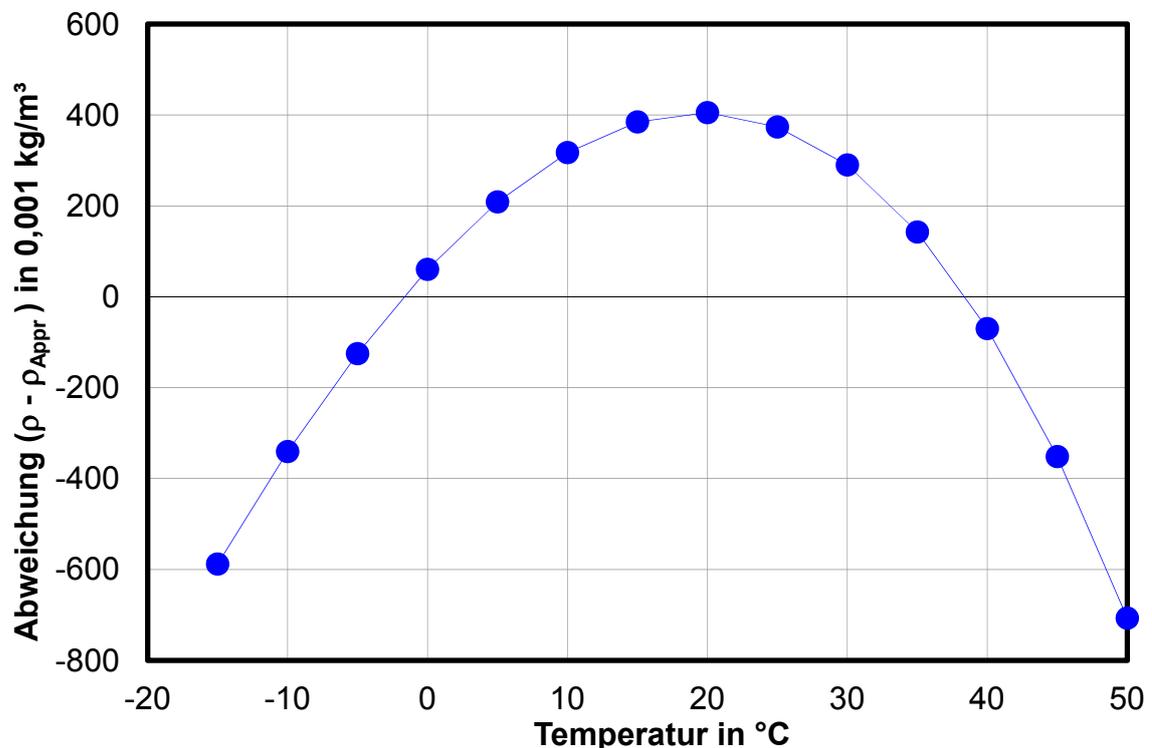


Abb. A1-1a: Abweichung der gemessenen Dichtewerte von einer Approximation mit einem Polynom 1. Grades, Ethanol-Hexan-Mischung mit 10 % Ethanol-Anteil.

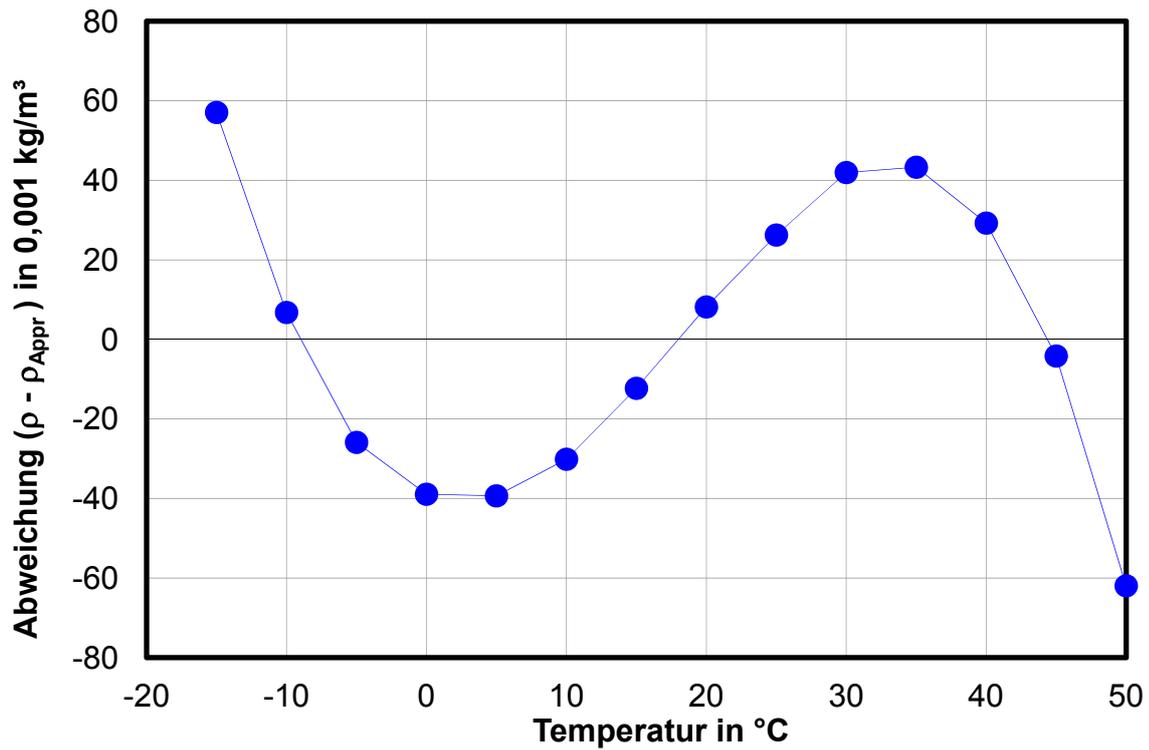


Abb. A1-1b: Abweichung der gemessenen Dichtewerte von einer Approximation mit einem Polynom 2. Grades, Ethanol-Hexan-Mischung mit 10 % Ethanol-Anteil.

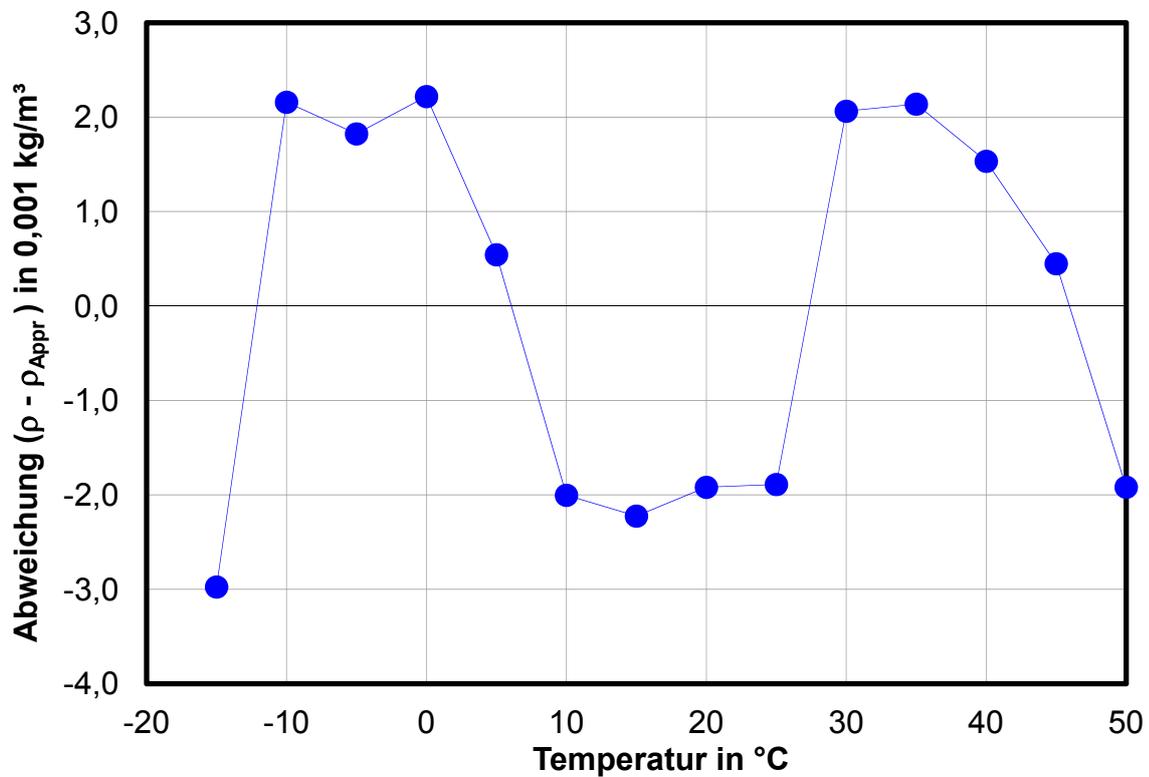


Abb. A1-1c: Abweichung der gemessenen Dichtewerte von einer Approximation mit einem Polynom 3. Grades, Ethanol-Hexan-Mischung mit 10 % Ethanol-Anteil.

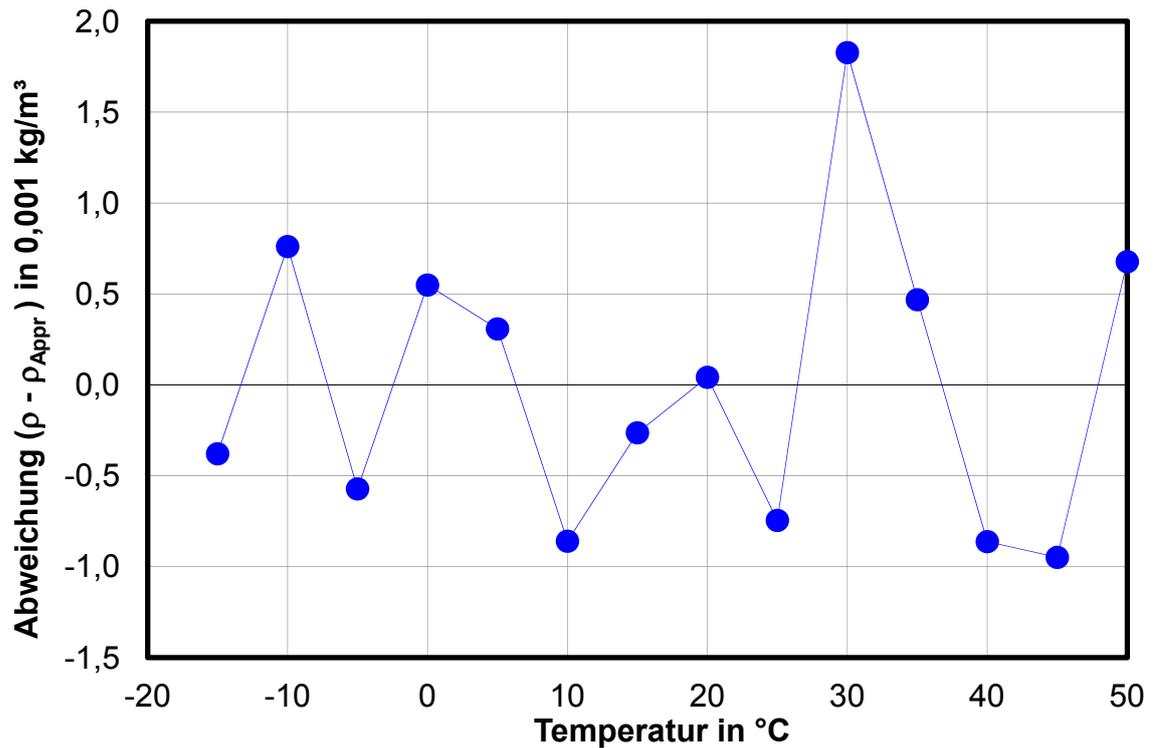


Abb. A1-1d: Abweichung der gemessenen Dichtewerte von einer Approximation mit einem Polynom 4. Grades, Ethanol-Hexan-Mischung mit 10 % Ethanol-Anteil.

Die Messergebnisse der Mischungsreihe Ethanol-Nonan bestätigen die hier beschriebenen Ergebnisse an der Ethanol-Hexan-Reihe. Der thermische Ausdehnungskoeffizient wird kleiner, wie es aufgrund der allgemeinen Abhängigkeit des thermischen Ausdehnungskoeffizienten von der Dichte (siehe Kapitel 2) zu erwarten ist. Die Krümmung der $\chi(t)$ -Kurve, also die Abweichung von einer Geraden, wird ebenfalls kleiner, da der kritische Punkt für Nonan sich zu höheren Temperaturen verschiebt.

Dieselmotoren haben eine noch höhere kritische Temperatur, hier ist deshalb die lineare Approximation bereits sehr genau, Abweichungen sind in der Regel kleiner als 0,01 kg/m³. Ein Beispiel hierfür ist in Abbildung 10-2 gezeigt. Das Abknicken vom linearen Verhalten bei Temperaturen unter 5 °C wird durch Solidifizierungsprozesse bewirkt, wie sie in Kapitel 4.2 beschrieben sind.

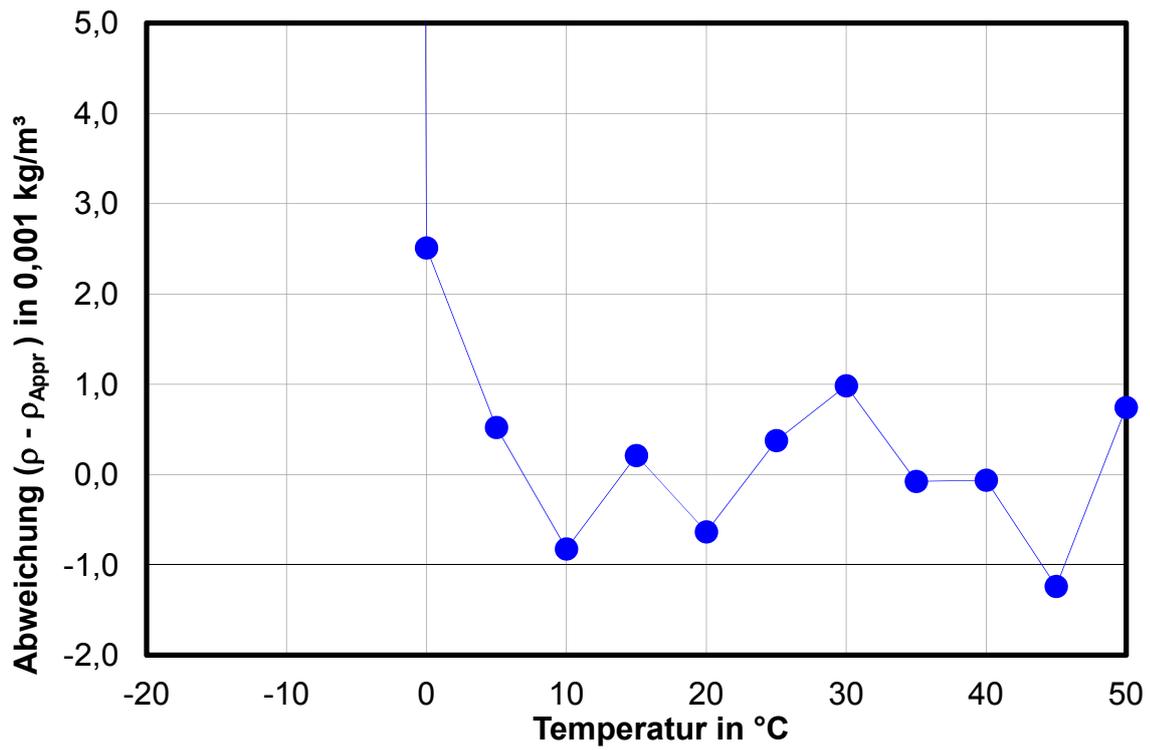


Abb. A1-2: Abweichung der gemessenen Dichtewerte von einer Approximation mit einem Polynom 1. Grades, reiner fossiler Dieseldieselkraftstoff.

Anhang 2: Funktionale Beschreibung der Temperaturabhängigkeit der Dichte durch eine Exponentialfunktion

Eine weitere Darstellungsmöglichkeit ist die in der Mineralölnormung [2] und im Eichwesen [3,4] weit verbreitete Exponentialdarstellung mit einem Exponenten, der neben dem linearen Glied auch ein quadratisches Glied des thermischen Ausdehnungskoeffizienten enthält.

$$\rho(t) = \rho_0 e^{-\alpha \cdot \Delta t \cdot (1 + \alpha \cdot 0,8 \cdot \Delta t)} \quad \alpha = \frac{K_0}{\rho_0^2} + \frac{K_1}{\rho_0} \quad (\text{A2.1})$$

ρ	Dichte
ρ_0	Bezugsdichte, $t_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$
t	Temperatur in $^\circ\text{C}$
Δt	Temperaturdifferenz zur Bezugstemperatur, $t_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$
α	thermischer Ausdehnungskoeffizient
K_1, K_2	produktspezifische Konstanten

Die Abweichung zwischen der linearen und der exponentiellen Darstellung (bei Verwendung des gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten α) ist detailliert in Abbildung A2-1 dargestellt. Als Vergleichsgröße ist hier die Eichfehlergrenze für die Temperatur-Mengenbewertung von 0,2 % mit dargestellt.

Diese exponentielle Darstellung trägt dem Umstand Rechnung, dass bei Annäherung an den kritischen Punkt die Temperaturabhängigkeit der Dichte vom linearen Verhalten in ein exponentielles Verhalten übergeht.

Eine einfache Taylor-Reihenentwicklung zeigt aber, dass der Verlauf dieser Exponentialfunktion im hier interessierenden Temperaturbereich zwischen $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ und $+50 \text{ }^\circ\text{C}$ nahezu linear ist.

$$\rho(t) \approx \rho_0 (1 - \alpha \cdot \Delta t - 0,3 \cdot \alpha^2 \cdot \Delta t^2) \approx \rho_0 (1 - \alpha \cdot \Delta t) \quad (\text{A2.2})$$

Für ein angenommenes $\alpha = 1 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ und ein „typisches“ $\Delta t = 10 \text{ K}$ ist der Wert des linearen Terms 0,01, der des quadratischen Korrekturterms aber $3 \cdot 10^{-5}$, beträgt also nur 0,3 % des linearen Terms.

Beide Darstellungen sind also im Rahmen der Eichfehlergrenze gleichwertig. Eine geringfügige „Verbesserung“ der Darstellung durch die exponentielle Form ist bei Benzin möglich, weil hier eine leichte Krümmung des Dichte-Temperaturverlaufes vorliegt.

Bei Diesel-Kraftstoffen und Heizölen ist die lineare Polynomdarstellung der exponentiellen Darstellung überlegen.

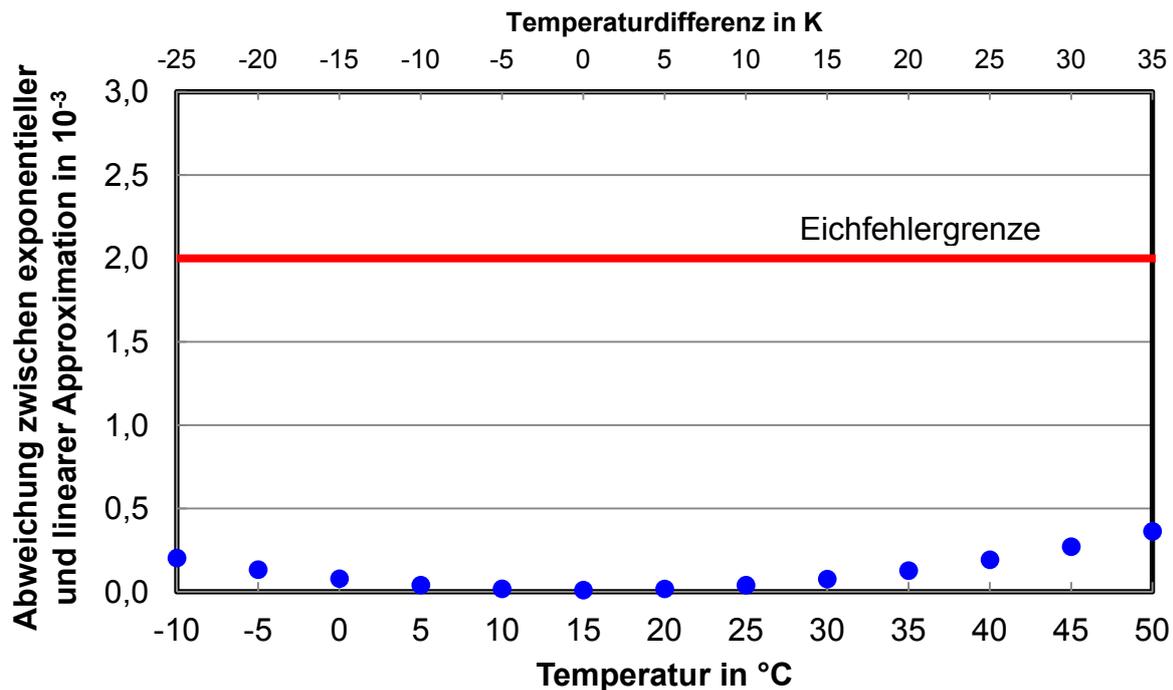


Abb. A2-1: Abweichung zwischen der linearen und der exponentiellen Darstellung bei Verwendung des gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha = 0,001$. Auf der oberen Abszisse ist die für die Berechnung relevante Temperaturdifferenz gegen 15 °C aufgetragen.

Ein Problem der exponentiellen Darstellung ist die damit einhergehende Vorschrift zur Berechnung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten (vgl. Gleichung A2.1). Der thermische Ausdehnungskoeffizient wird mittels zweier vorgegebener Konstanten K_0 und K_1 und der Dichte bei 15 °C berechnet. Die Beimischung von Biokraftstoffen verschiebt aber die Dichte der Mischungen, ohne den Ausdehnungskoeffizienten in adäquater Weise zu verschieben. Die Berechnungsvorschrift mittels der Dichte ergibt deshalb für Biokraftstoff-Kraftstoff-Blends falsche Werte für den thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Einen Ausweg bietet nur die direkte Angabe des thermischen Ausdehnungskoeffizienten.

Anhang 3: Diagramme

Diagramme: Dichte und Ausdehnungskoeffizient der Regionalproben

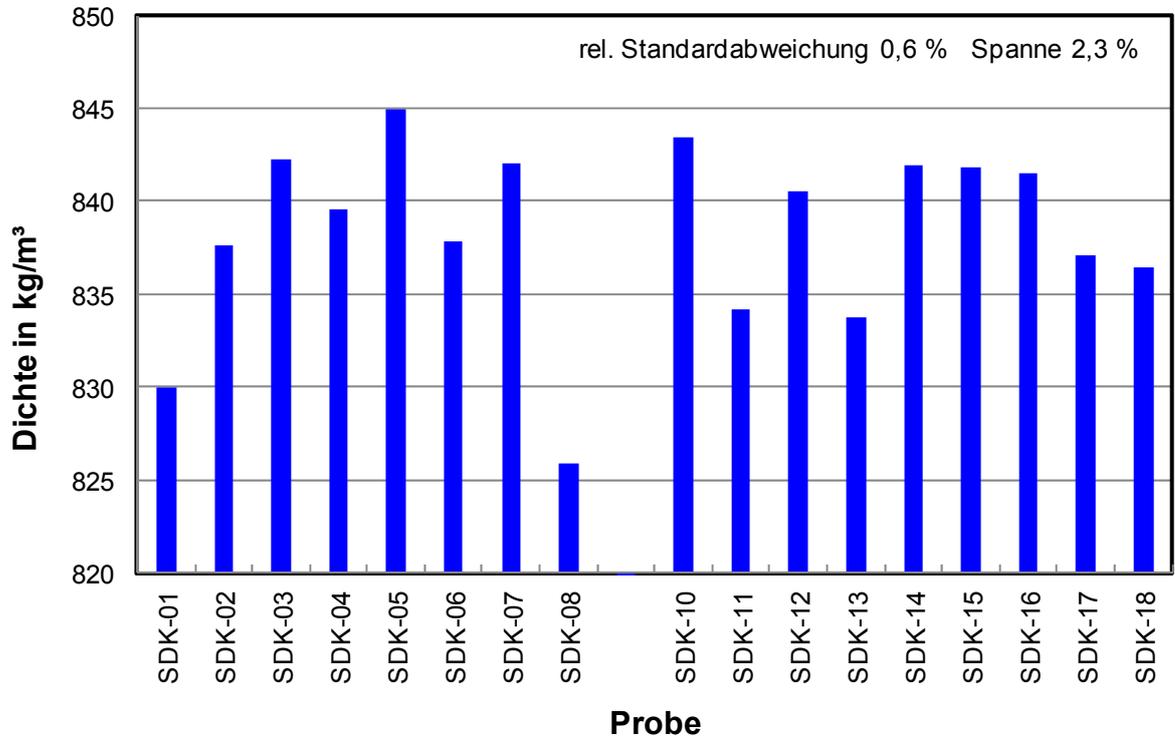


Abb. A3-1a: Dichten der Regionalproben: Diesel B7, Sommerqualität.

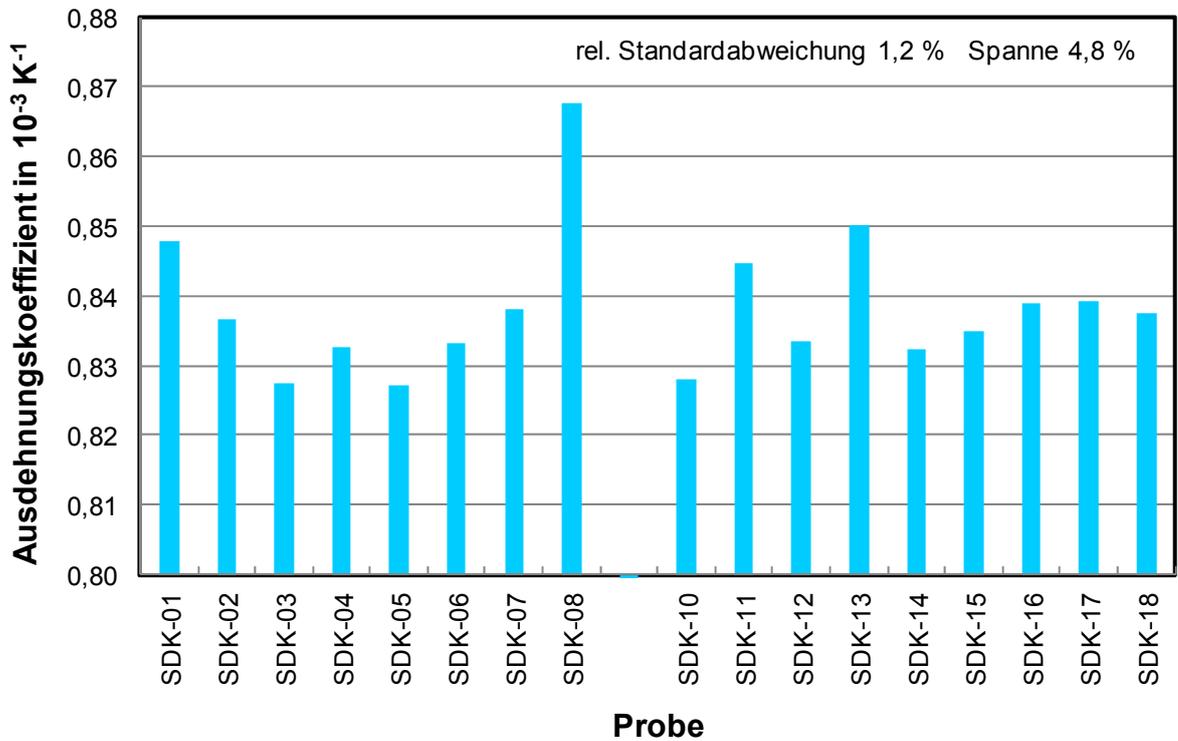


Abb. A3-1b: Thermische Ausdehnungskoeffizienten der Regionalproben: Diesel B7, Sommerqualität.

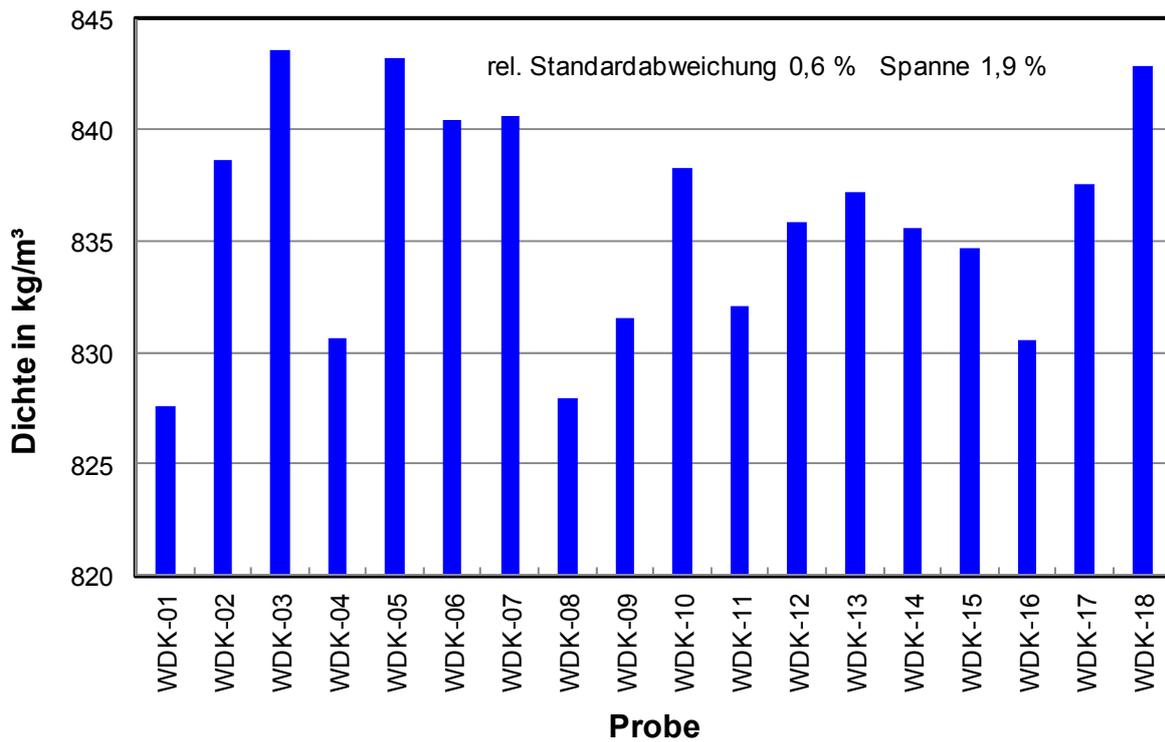


Abb. A3-2a: Dichten der Regionalproben: Diesel B7, Winterqualität.

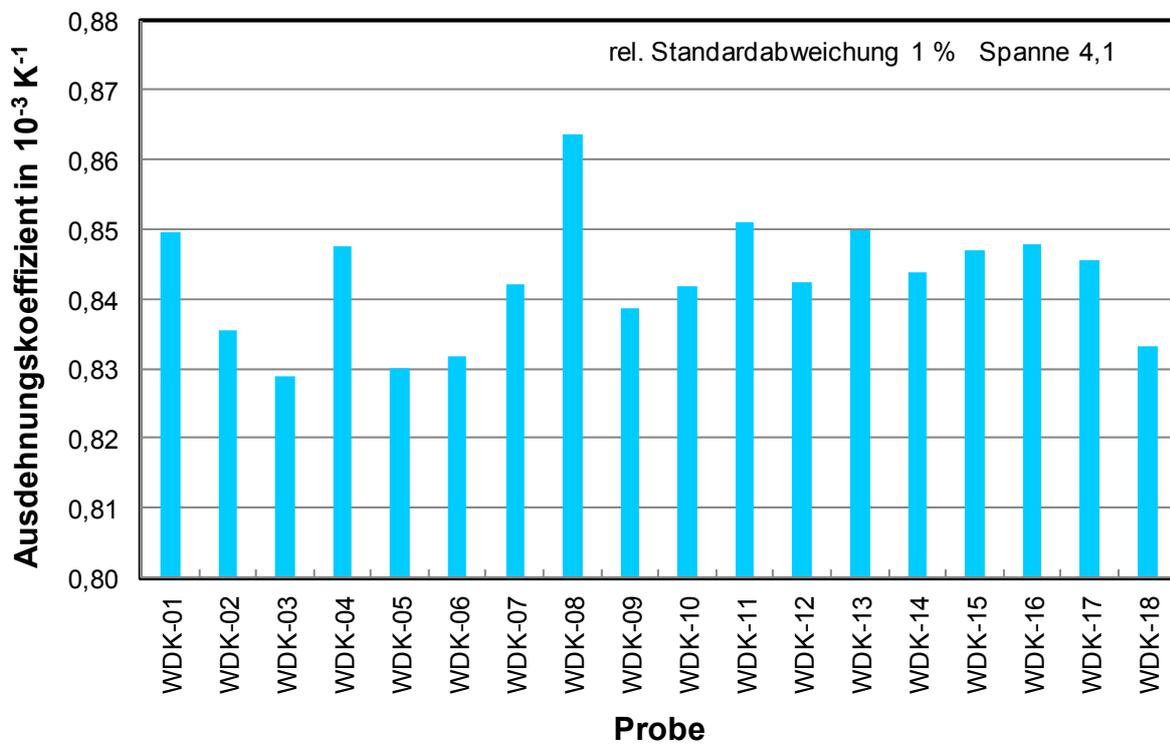


Abb. A3-2b: Thermische Ausdehnungskoeffizienten der Regionalproben: Diesel B7, Winterqualität.

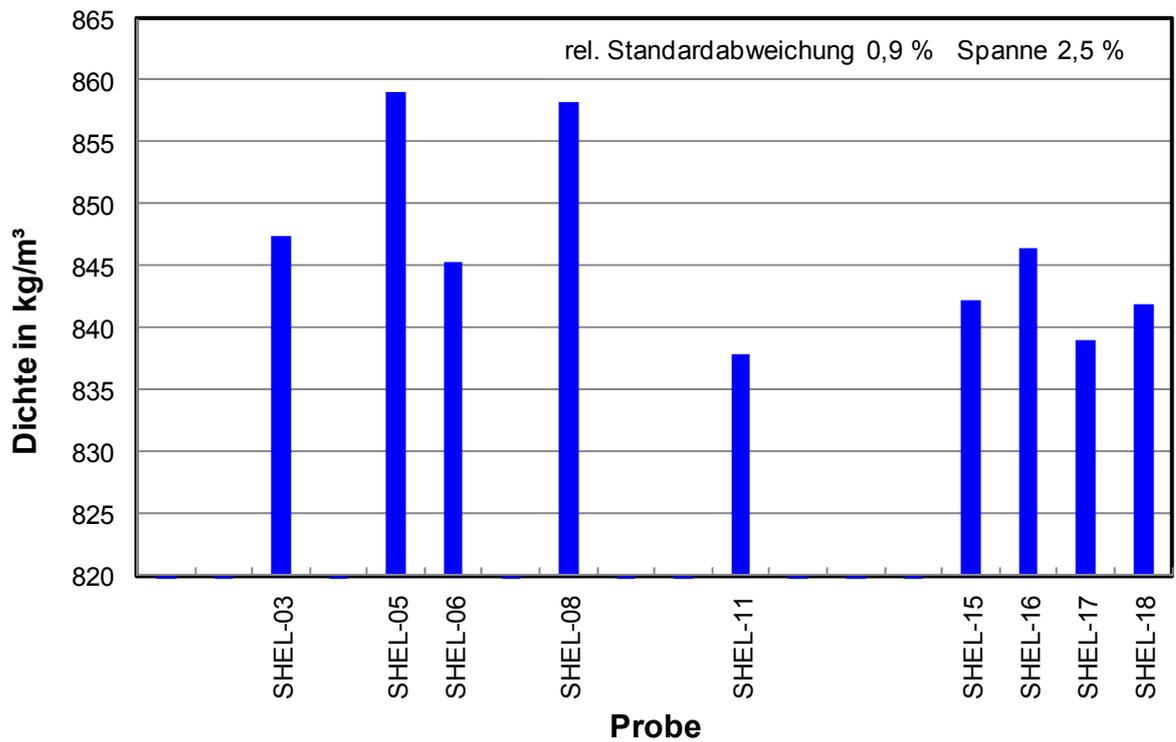


Abb. A3-3a: Dichten der Regionalproben: Heizöl HEL, Sommerqualität.

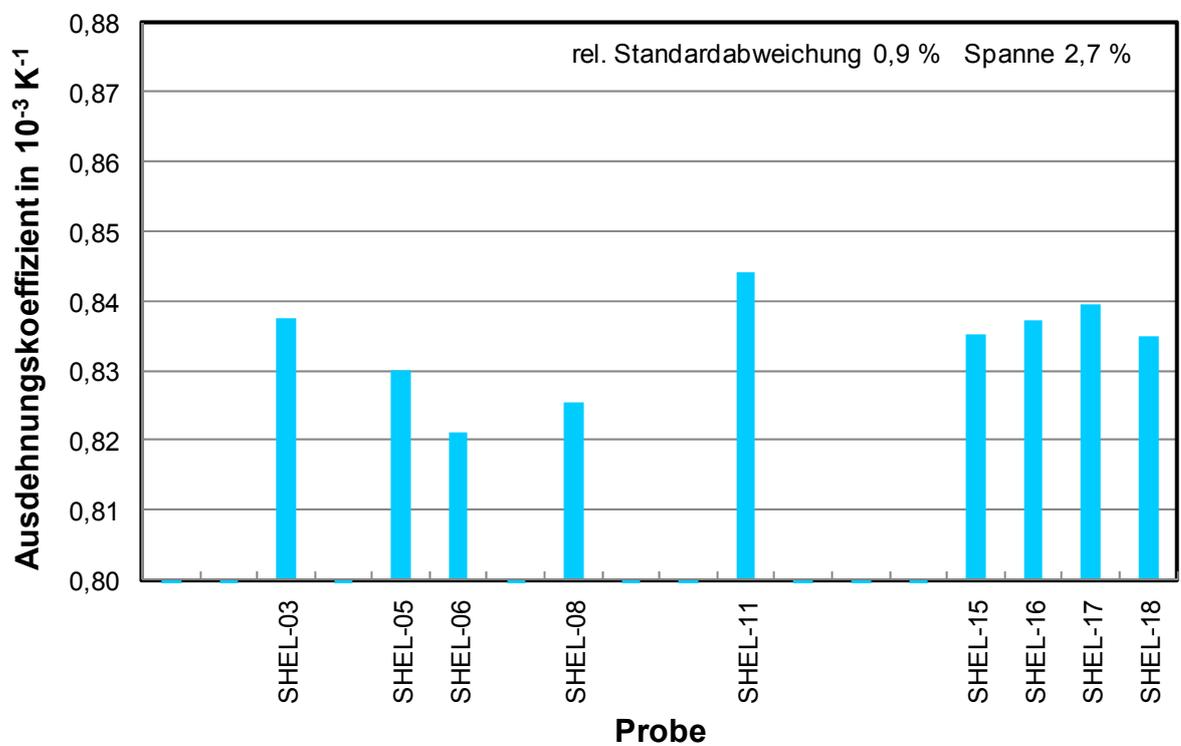


Abb. A3-3b: Thermische Ausdehnungskoeffizienten der Regionalproben: Heizöl HEL, Sommerqualität.

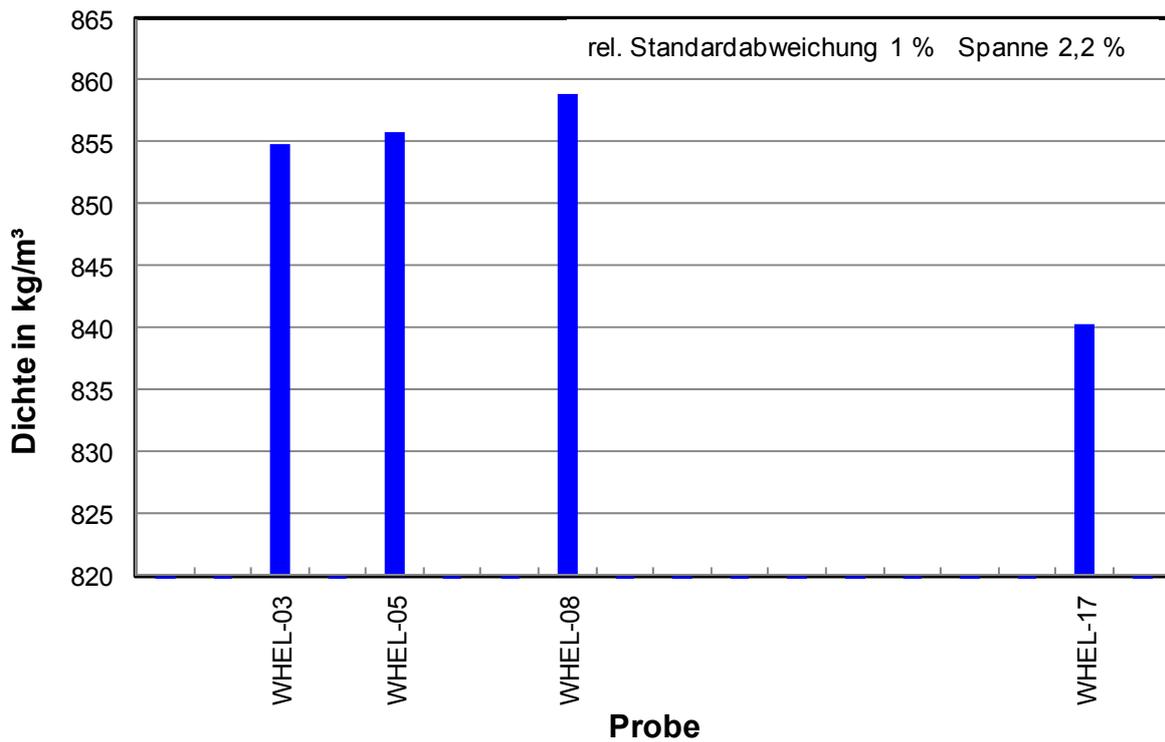


Abb. A3-4a: Dichten der Regionalproben: Heizöl HEL, Winterqualität.

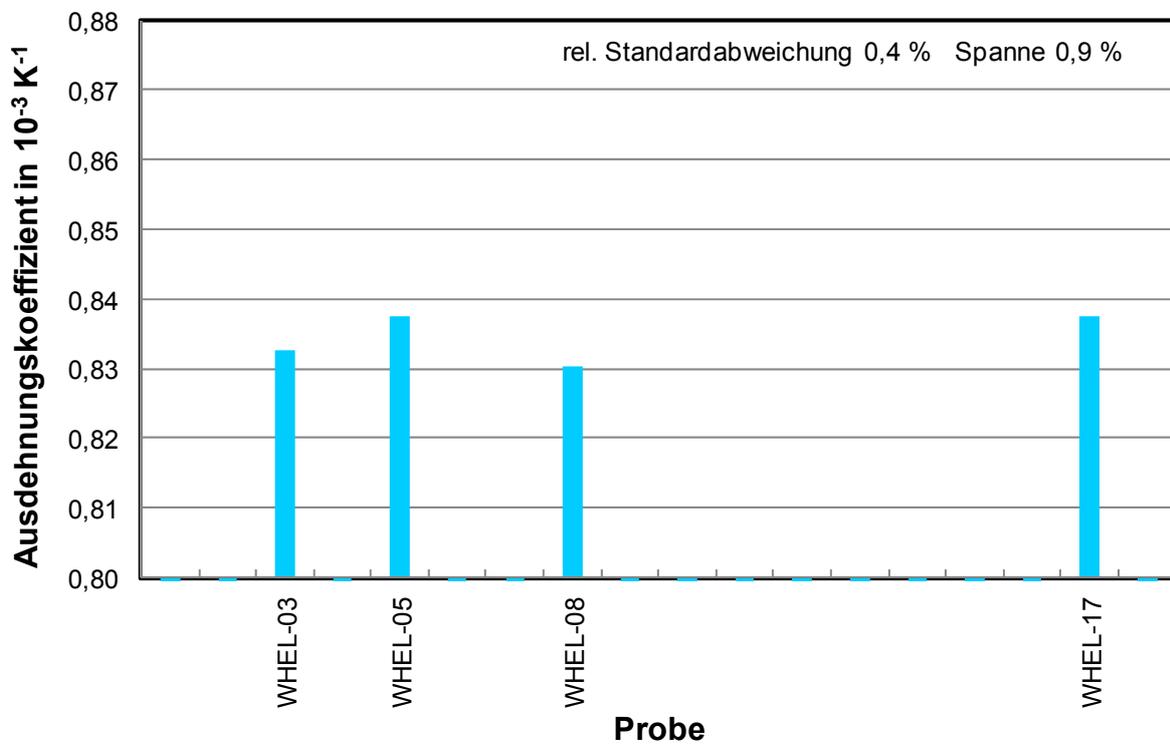


Abb. A3-4b: Thermische Ausdehnungskoeffizienten der Regionalproben: Heizöl HEL, Winterqualität.

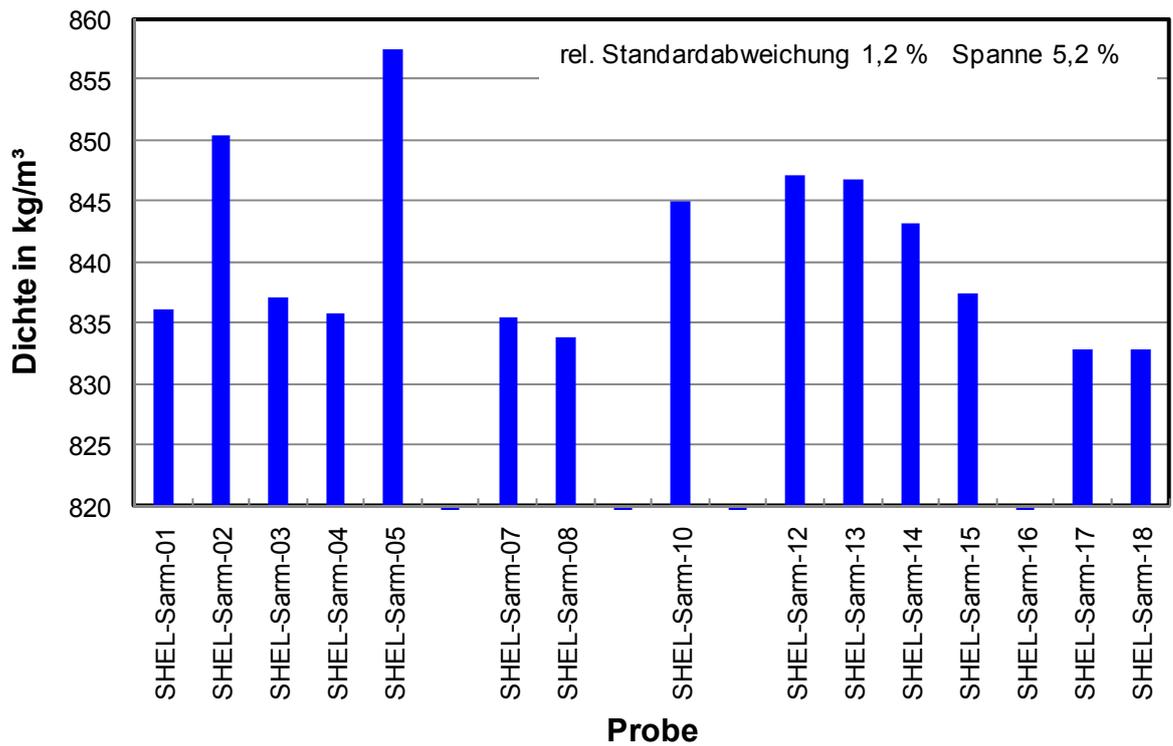


Abb. A3-5a: Dichten der Regionalproben: Heizöl HEL schwefelarm, Sommerqualität.

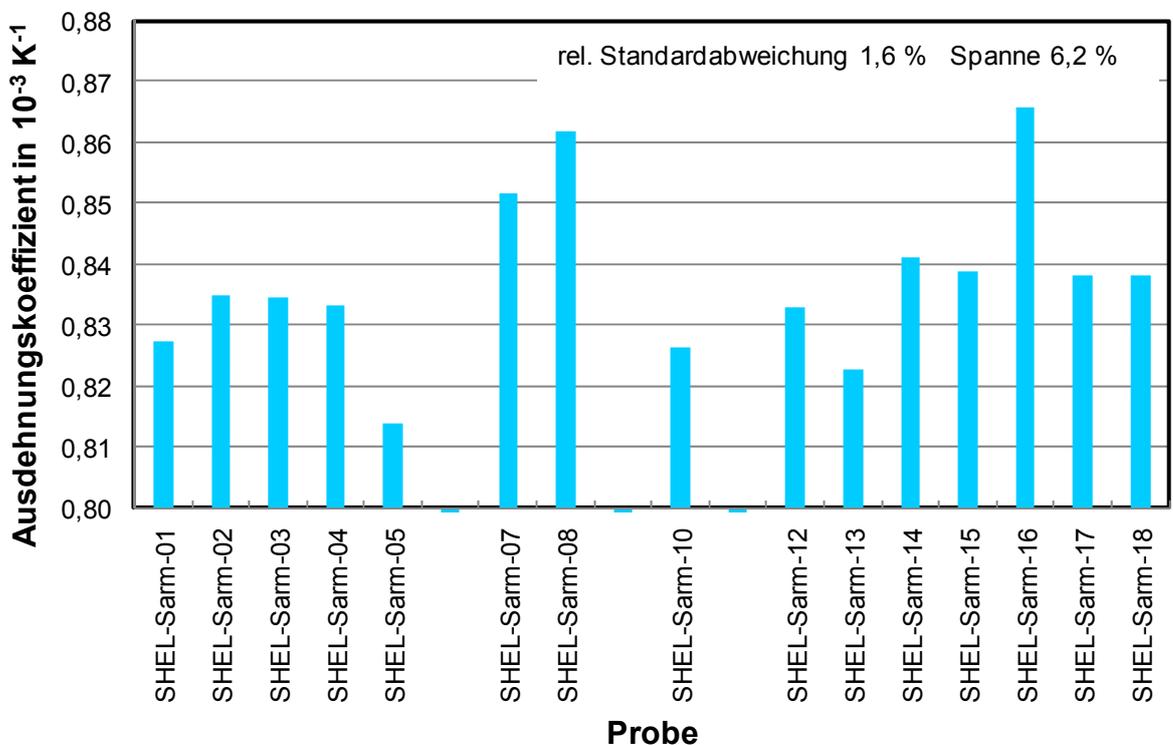


Abb. A3-5b: Thermische Ausdehnungskoeffizienten der Regionalproben: Heizöl HEL schwefelarm, Sommerqualität.

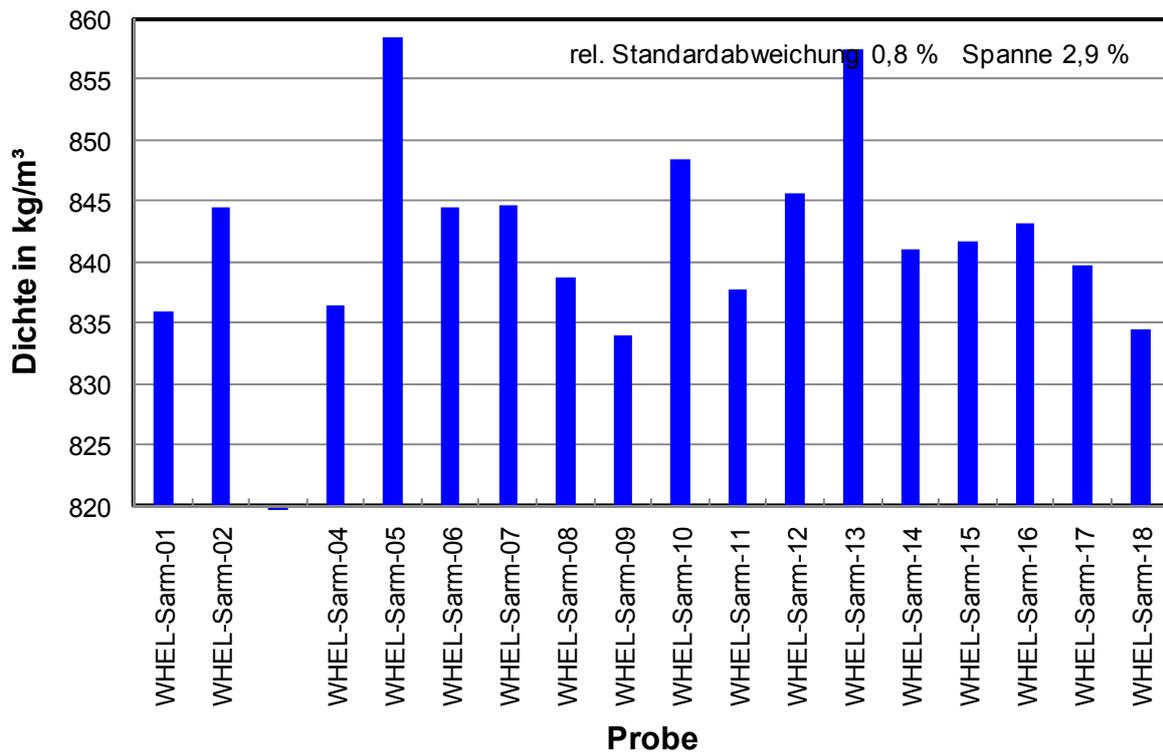


Abb. A3-6a: Dichten der Regionalproben: Heizöl HEL schwefelarm, Winterqualität.

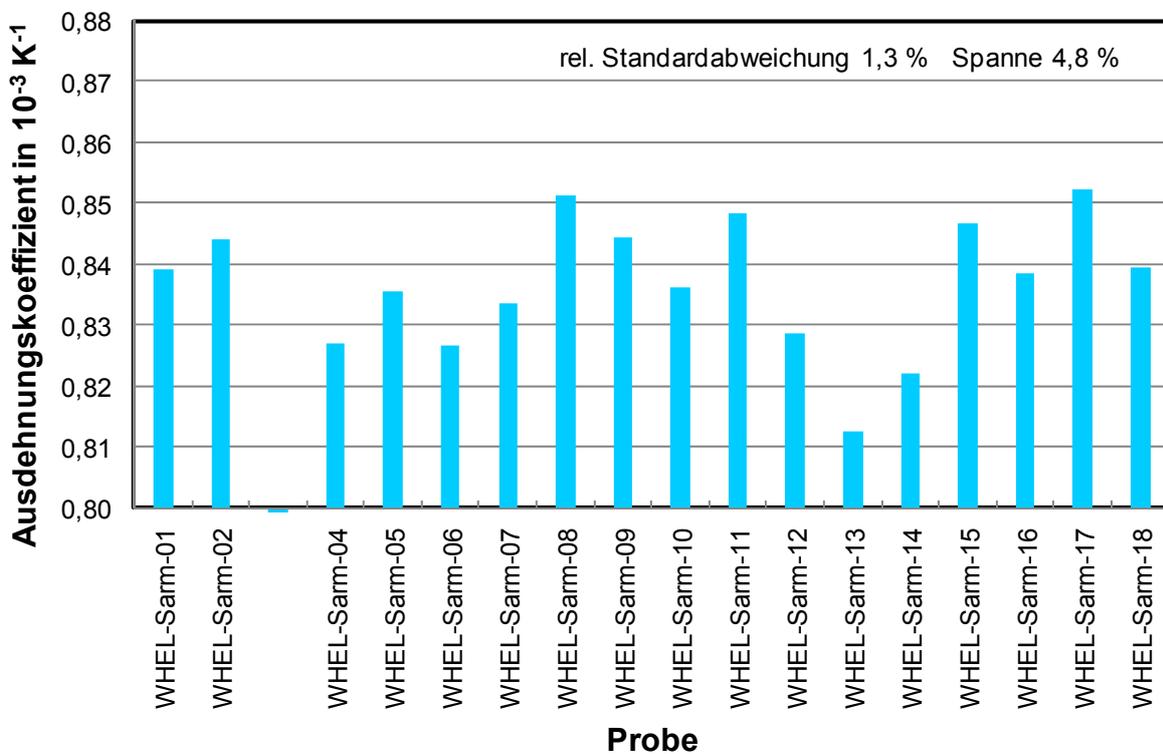


Abb. A3-6b: Thermische Ausdehnungskoeffizienten der Regionalproben: Heizöl HEL schwefelarm, Winterqualität.

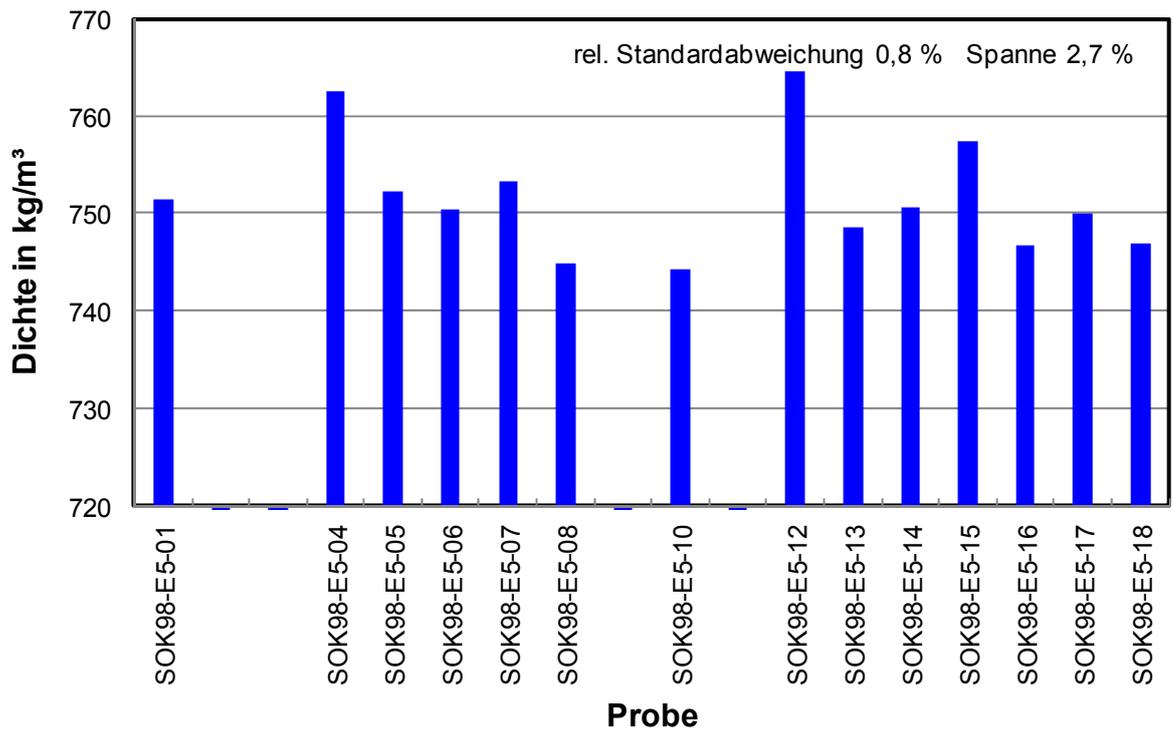


Abb. A3-7a: Dichten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK98 E5, Sommerqualität.

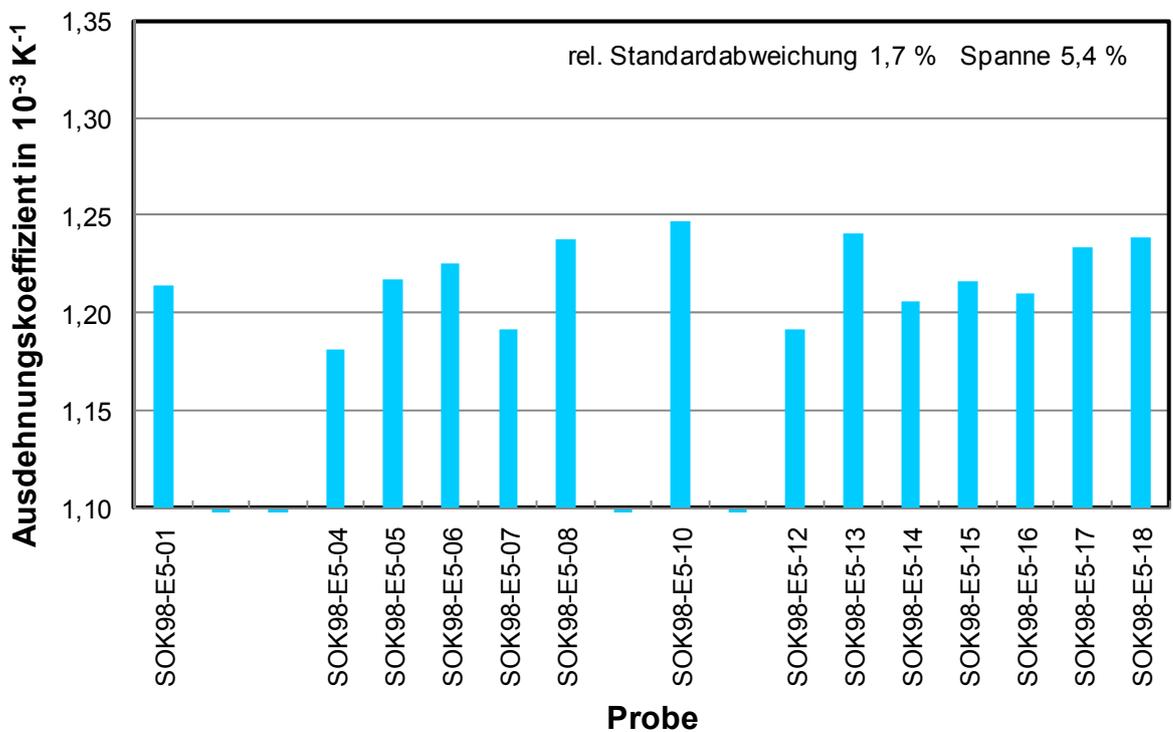


Abb. A3-7b: Thermische Ausdehnungskoeffizienten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK98 E5, Sommerqualität.

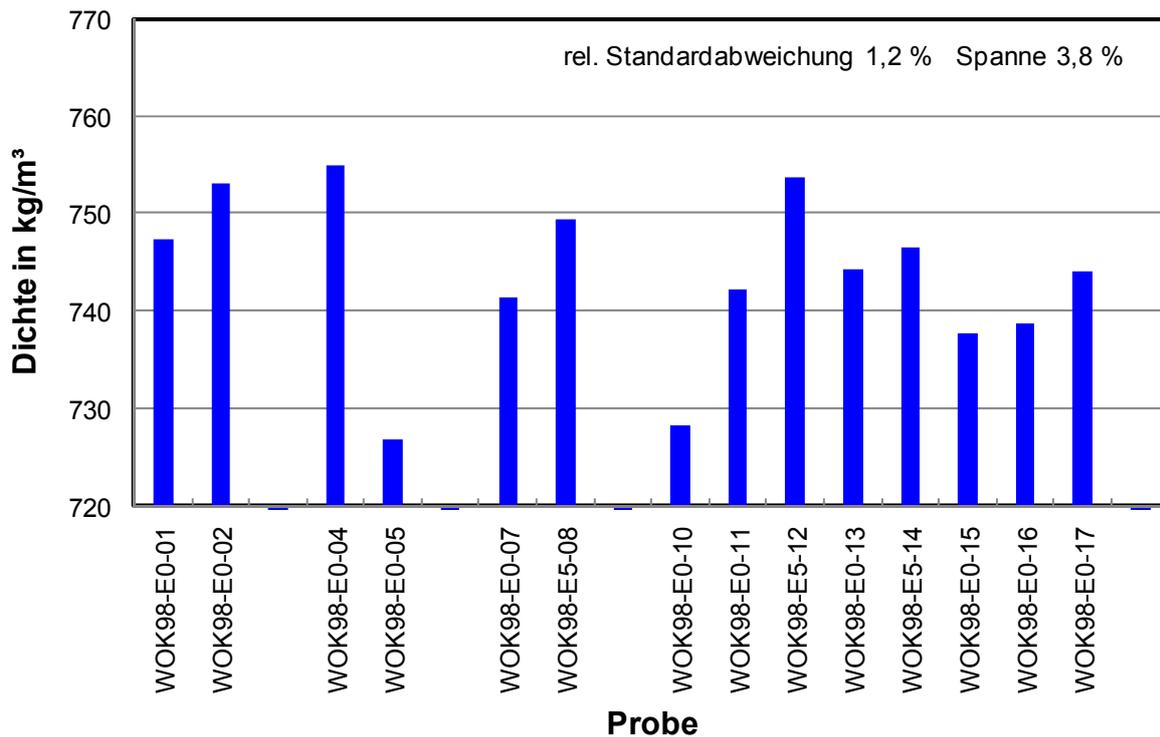


Abb. A3-8a: Dichten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK98, Winterqualität, in dieser Abbildung sind E0- und E5-Proben dargestellt.

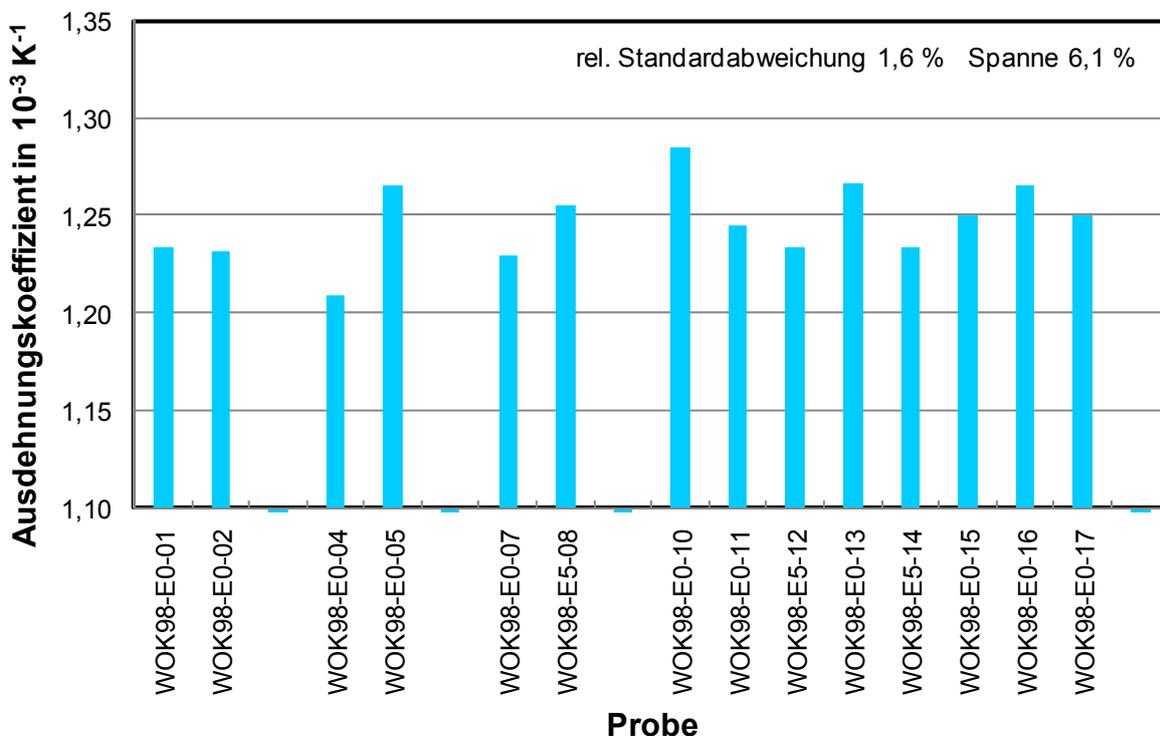


Abb. A3-8b: Thermische Ausdehnungskoeffizienten der Regionalproben bei 15 °C: Ottokraftstoff OK98, Winterqualität, in dieser Abbildung sind E0- und E5-Proben dargestellt.

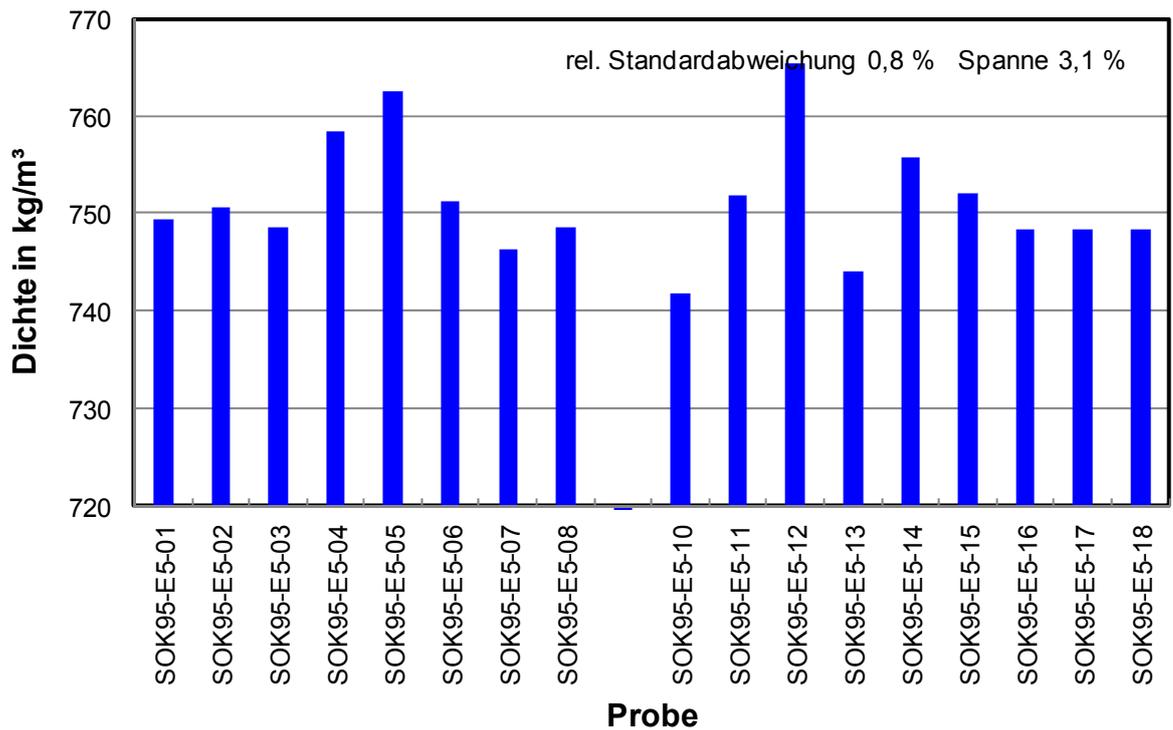


Abb. A3-9a: Dichten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK95 E5, Sommerqualität.

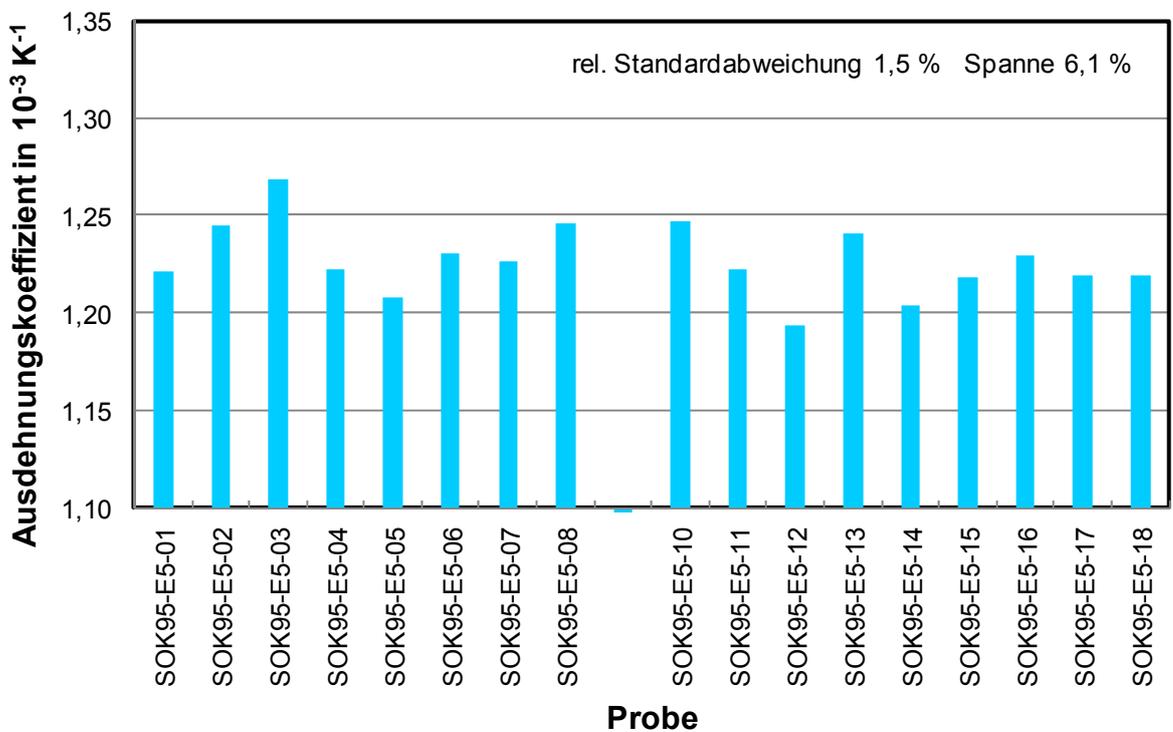


Abb. A3-9b: Thermische Ausdehnungskoeffizienten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK95 E5, Sommerqualität.

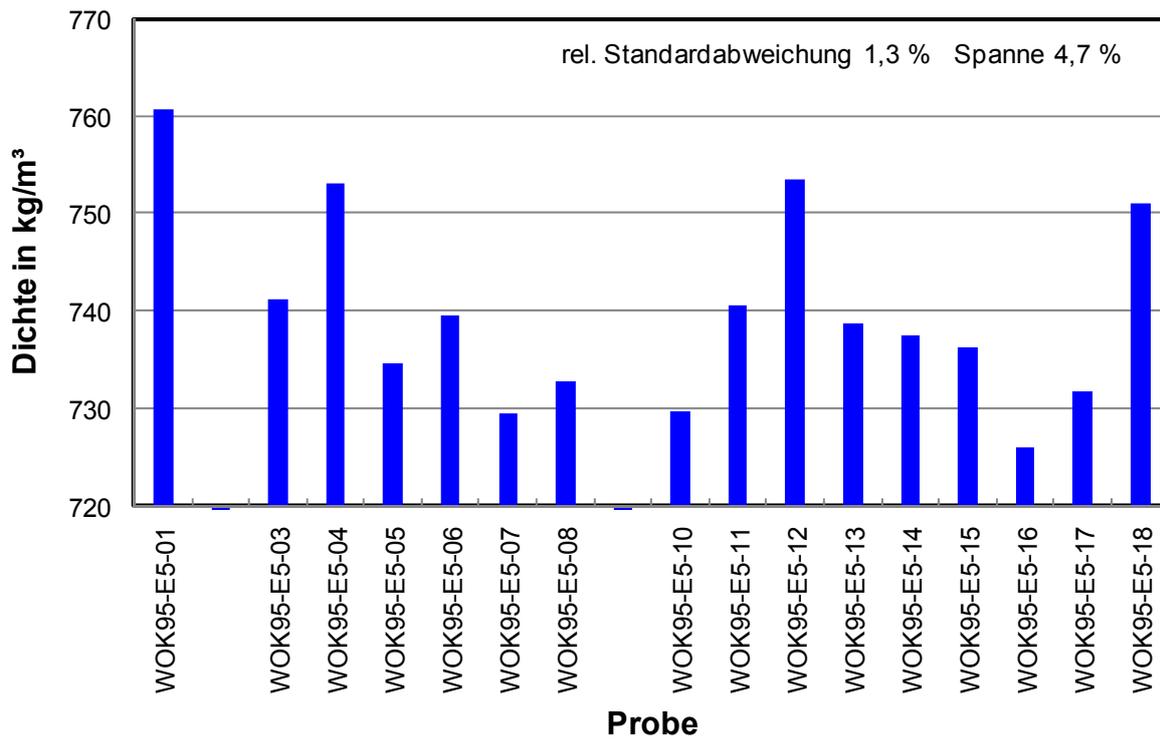


Abb. A3-10a: Dichten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK95 E5, Winterqualität.

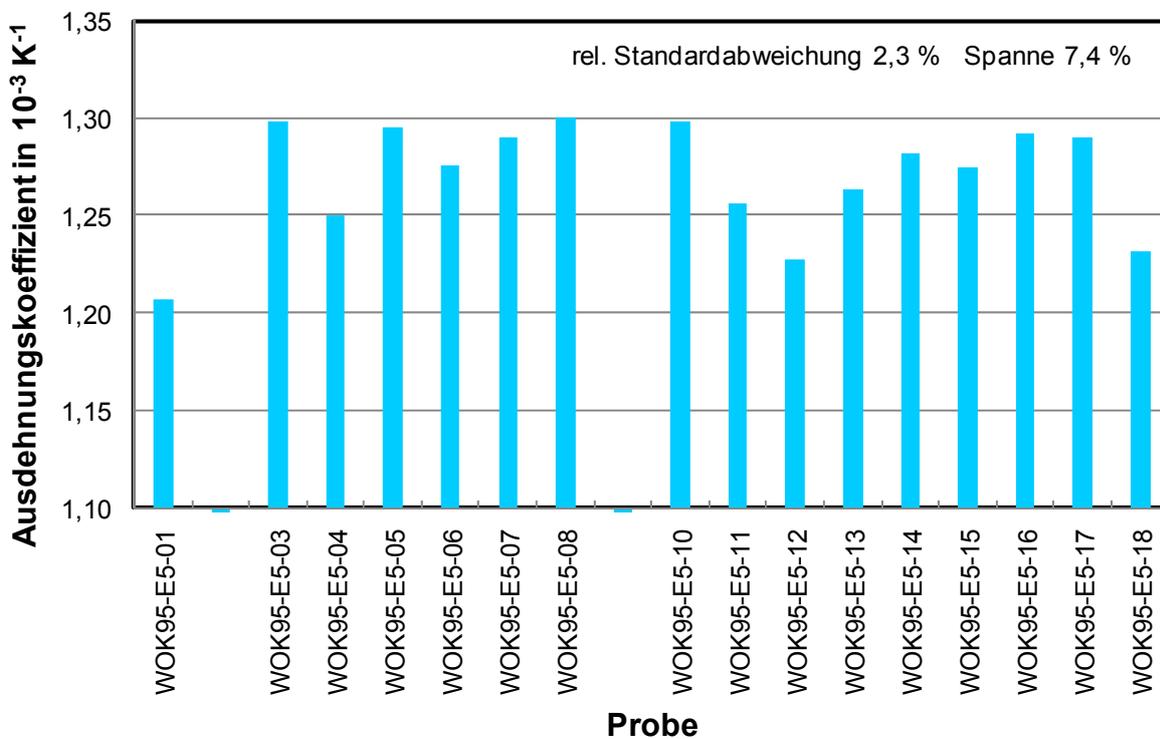


Abb. A3-10b: Thermische Ausdehnungskoeffizienten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK95 E5, Winterqualität.

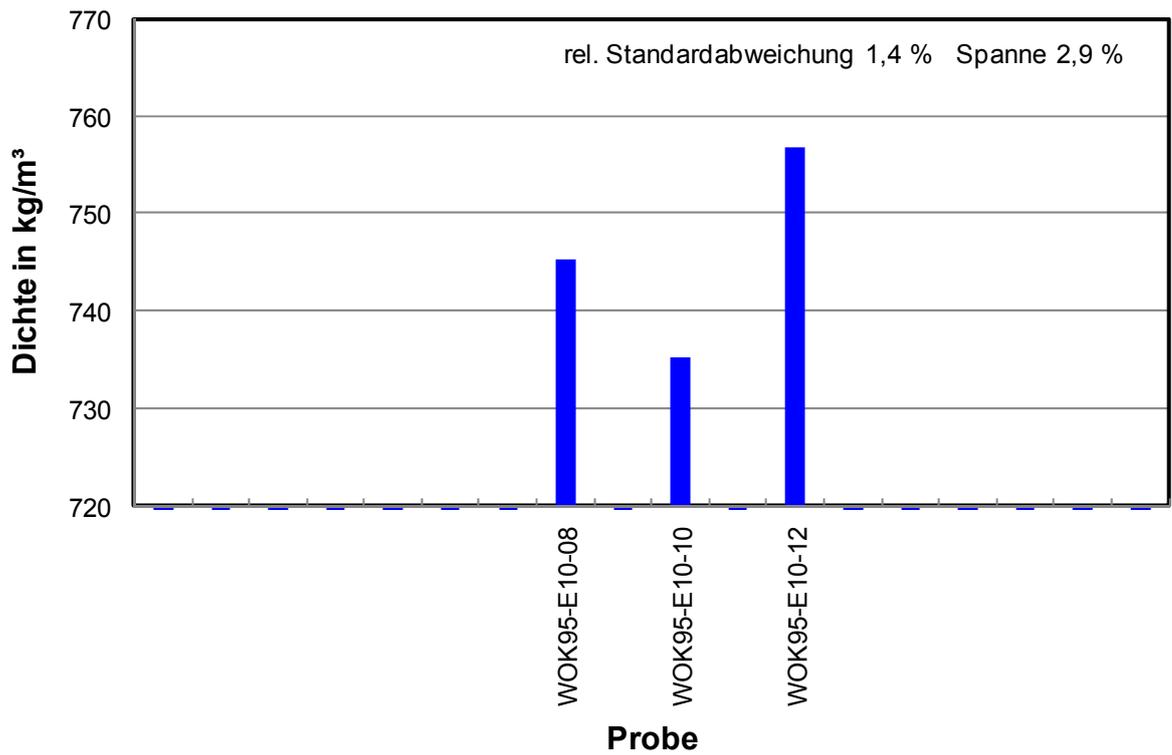


Abb. A3-11a: Dichten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK95 E10, Winterqualität.

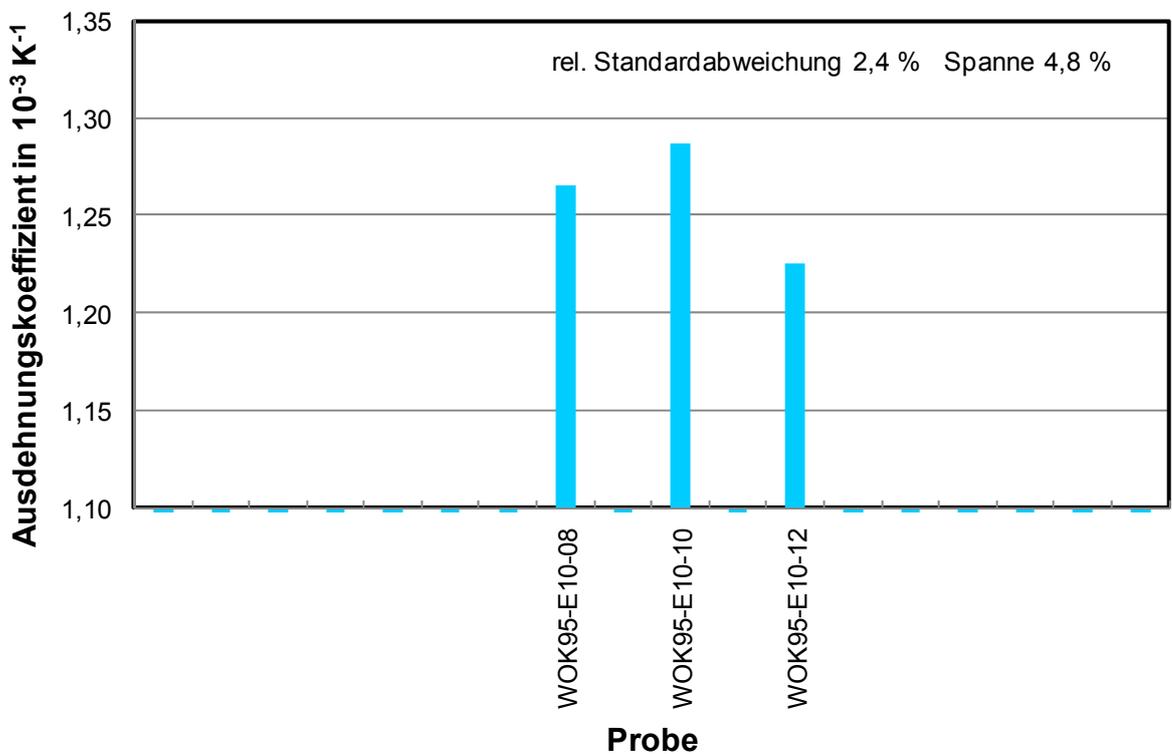


Abb. A3-11b: Thermische Ausdehnungskoeffizienten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK95 E10, Winterqualität.

Diagramme: Viskosität der Regionalproben

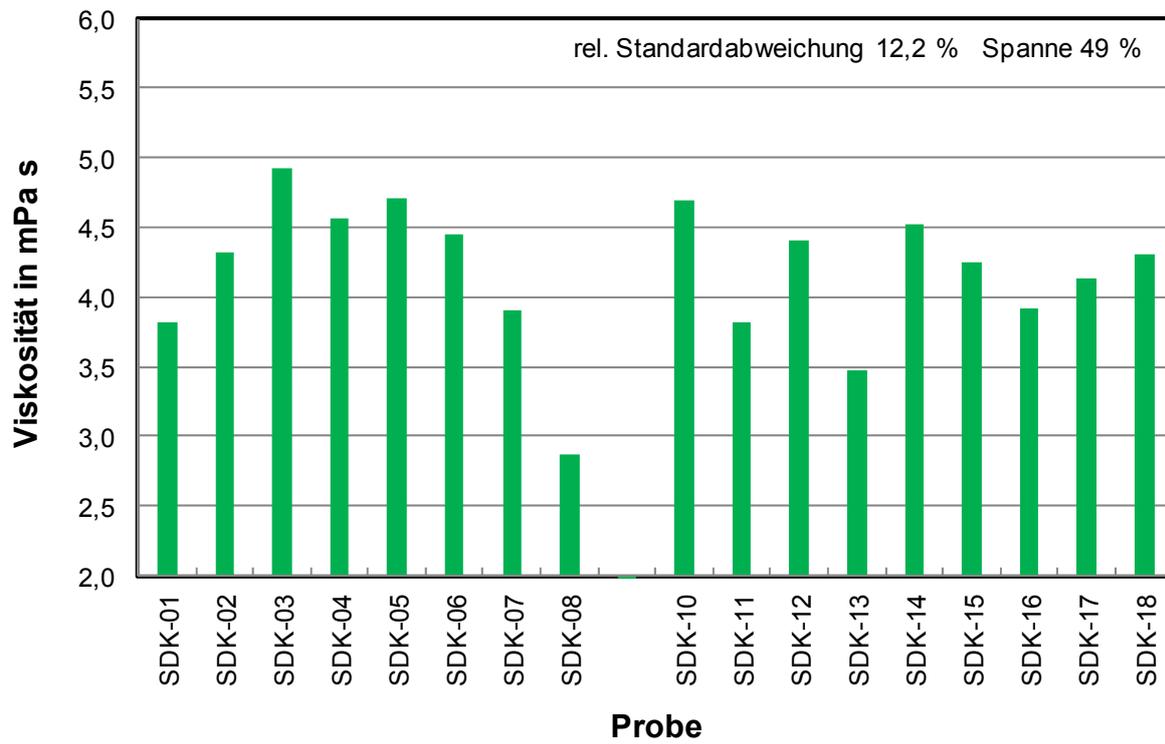


Abb. A3-12: Viskositäten der Regionalproben: Diesel B7, Sommerqualität.

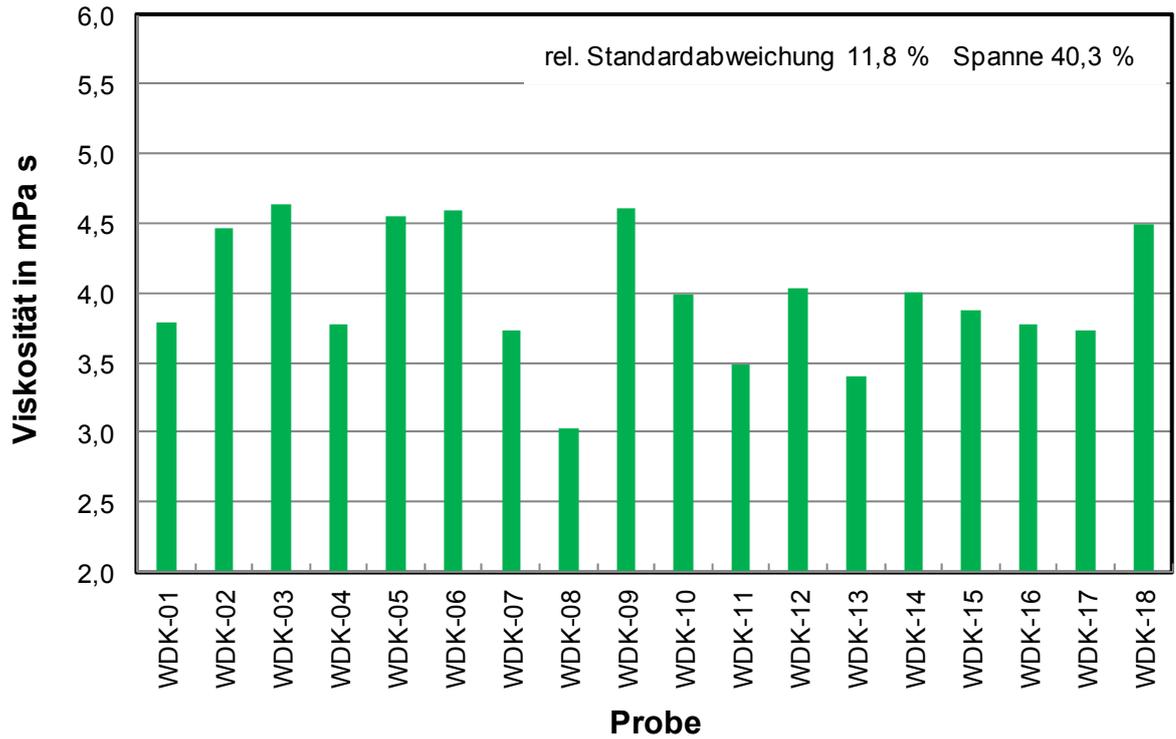


Abb. A3-13: Viskositäten der Regionalproben: Diesel B7, Winterqualität.

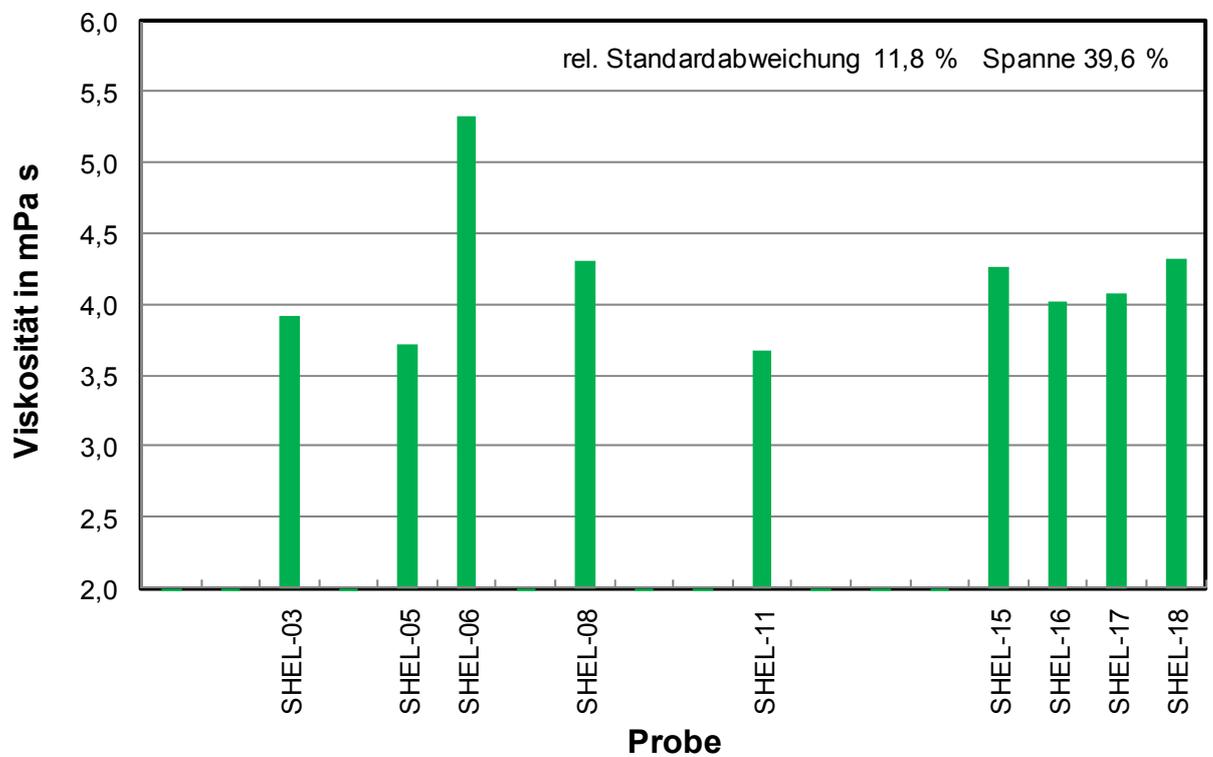


Abb. A3-14: Viskositäten der Regionalproben: Heizöl HEL, Sommerqualität.

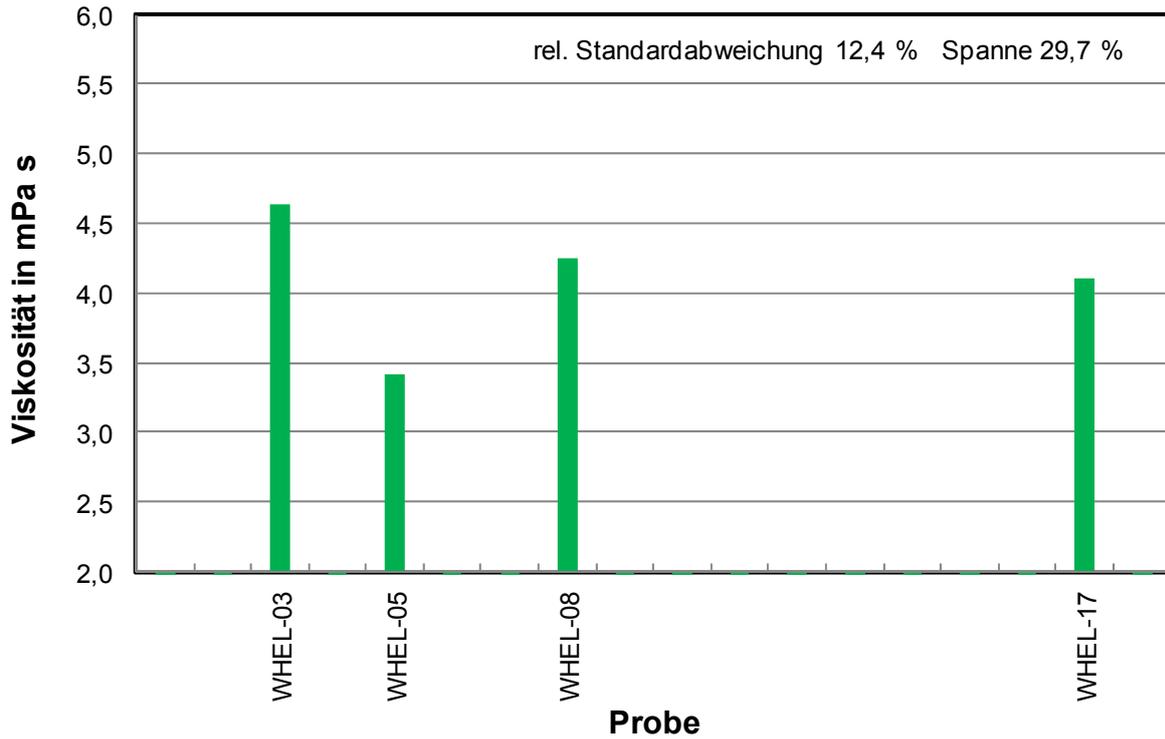


Abb. A3-15: Viskositäten der Regionalproben: Heizöl HEL, Winterqualität.

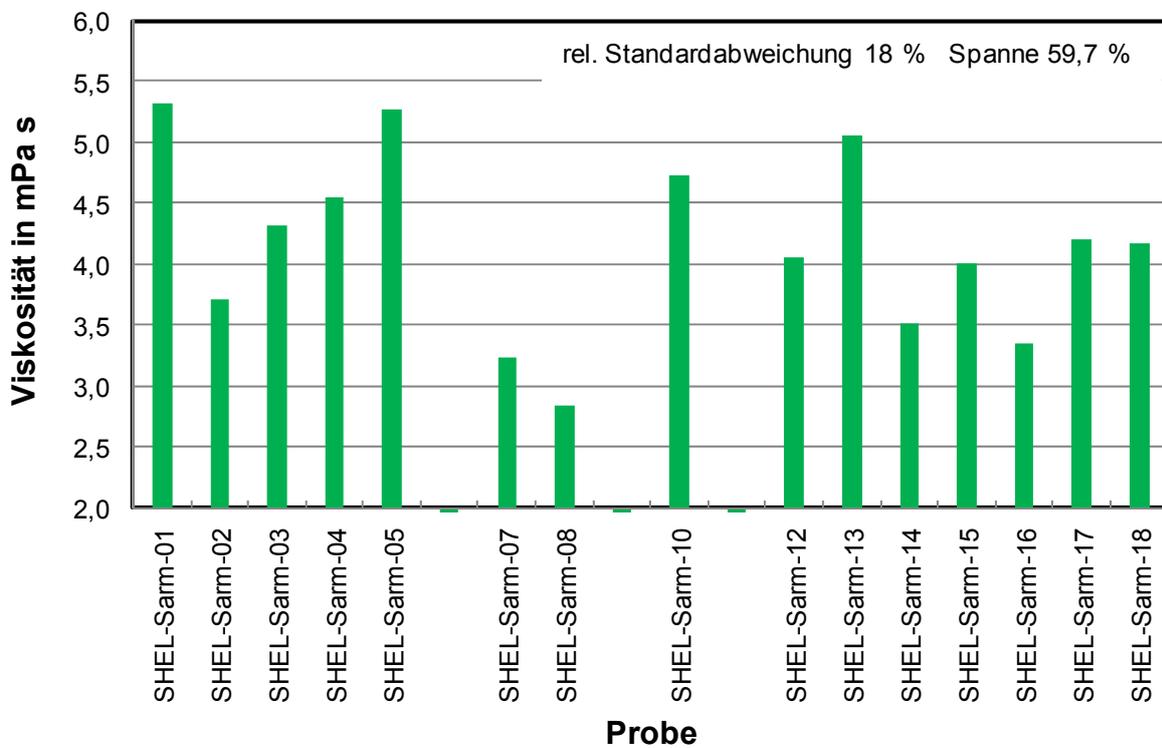


Abb. A3-16: Viskositäten der Regionalproben: Heizöl HEL schwefelarm, Sommerqualität.

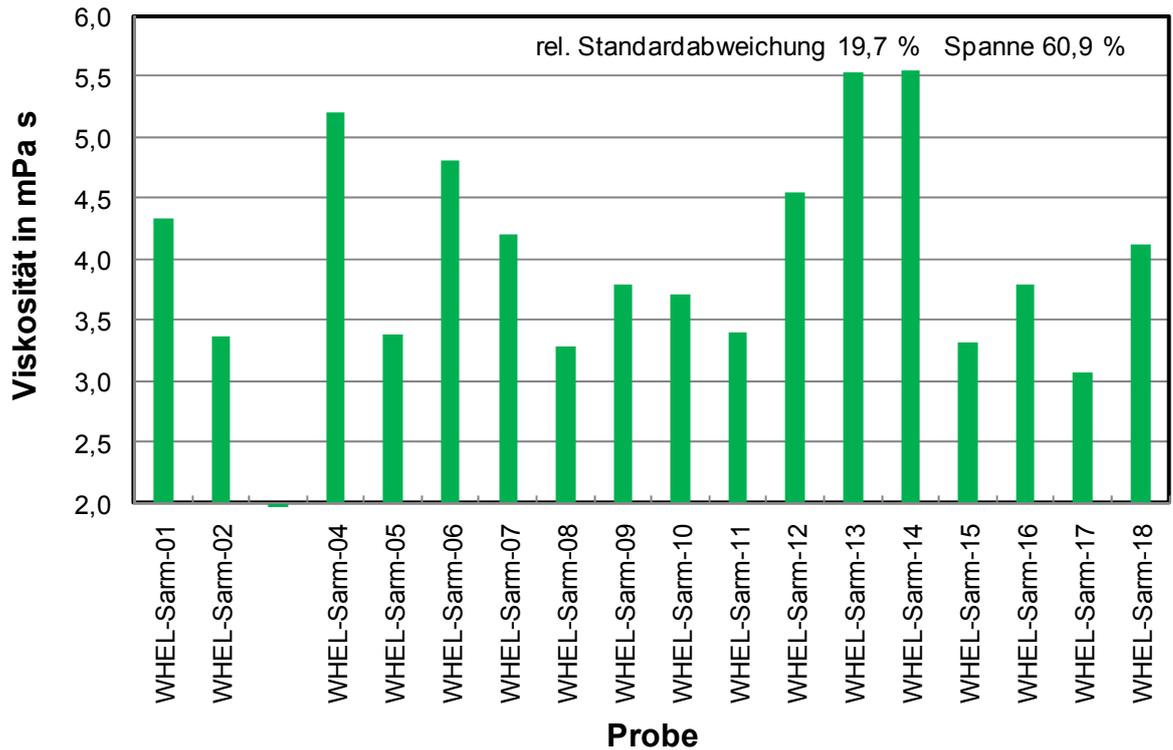


Abb. A3-17: Viskositäten der Regionalproben: Heizöl HEL schwefelarm, Winterqualität.

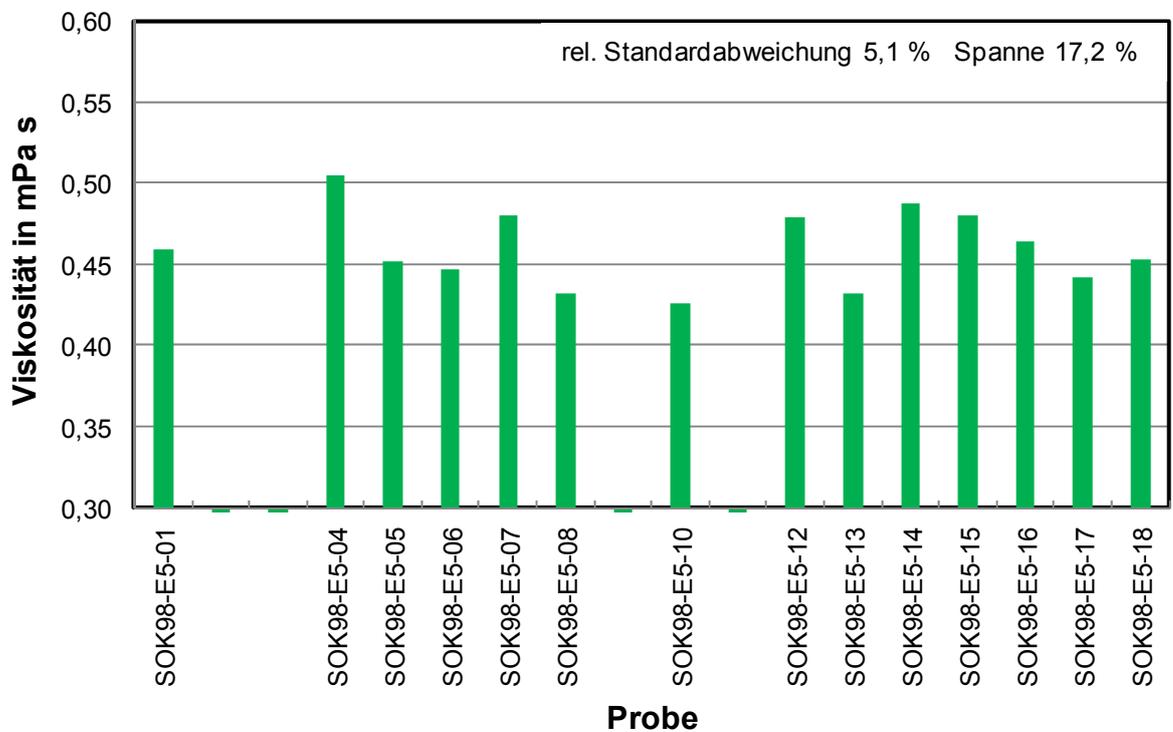


Abb. A3-18: Viskositäten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK98 E5, Sommerqualität.

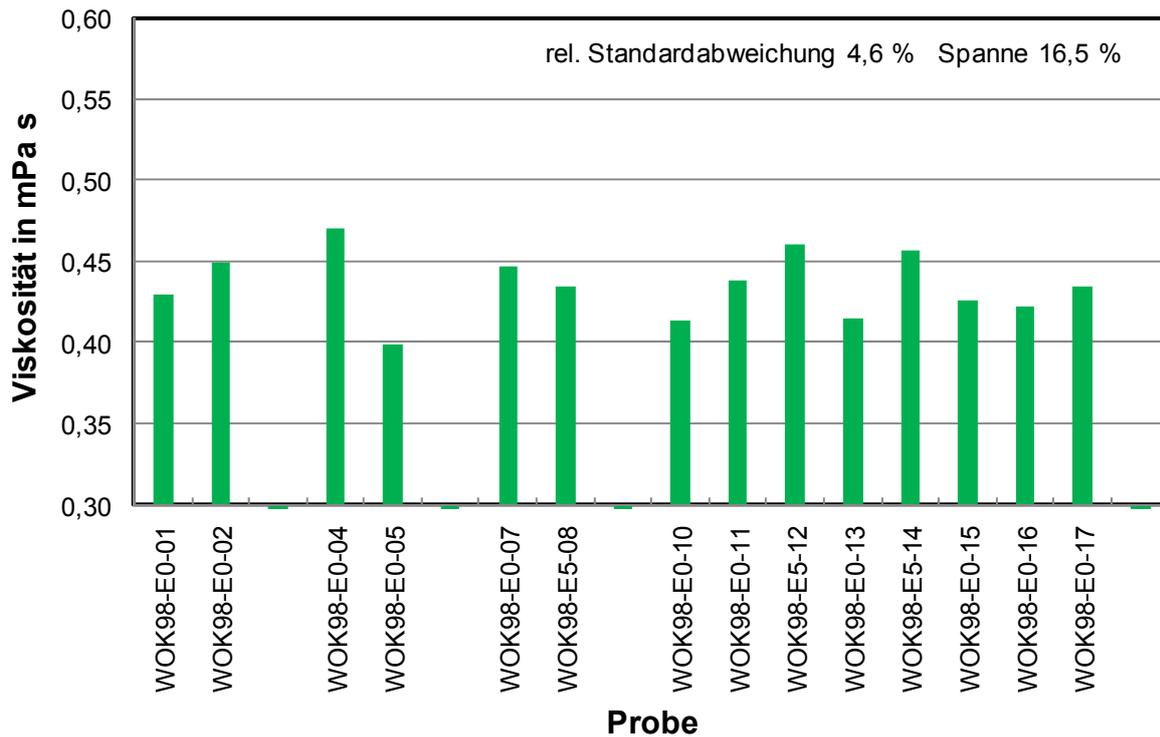


Abb. A3-19: Viskositäten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK98 E0 und E5, Winterqualität.

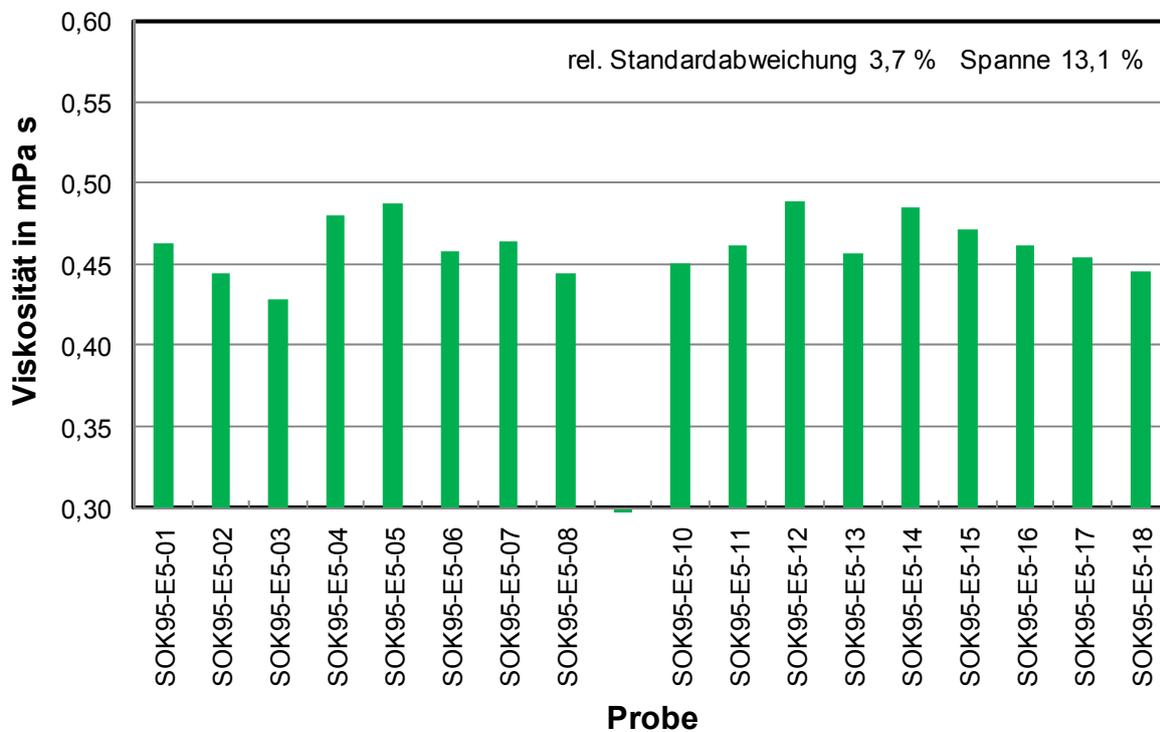


Abb. A3-20: Viskositäten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK95 E5, Sommerqualität.

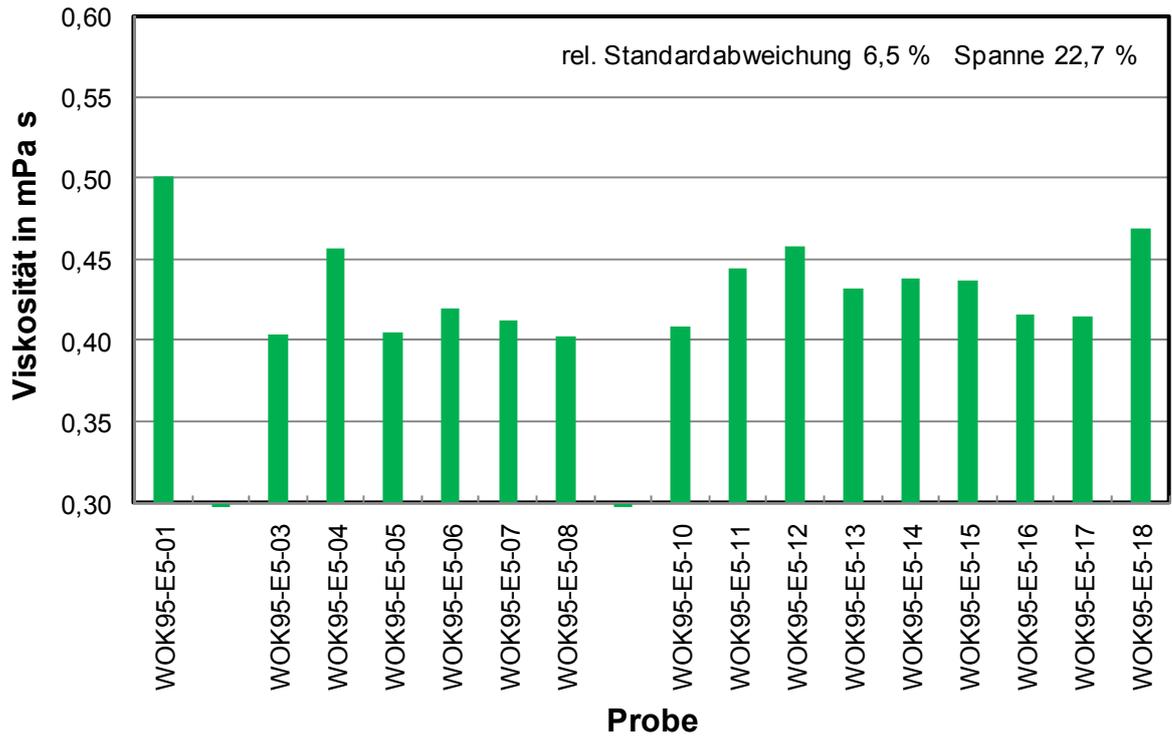


Abb. A3-21: Viskositäten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK95 E5, Winterqualität.

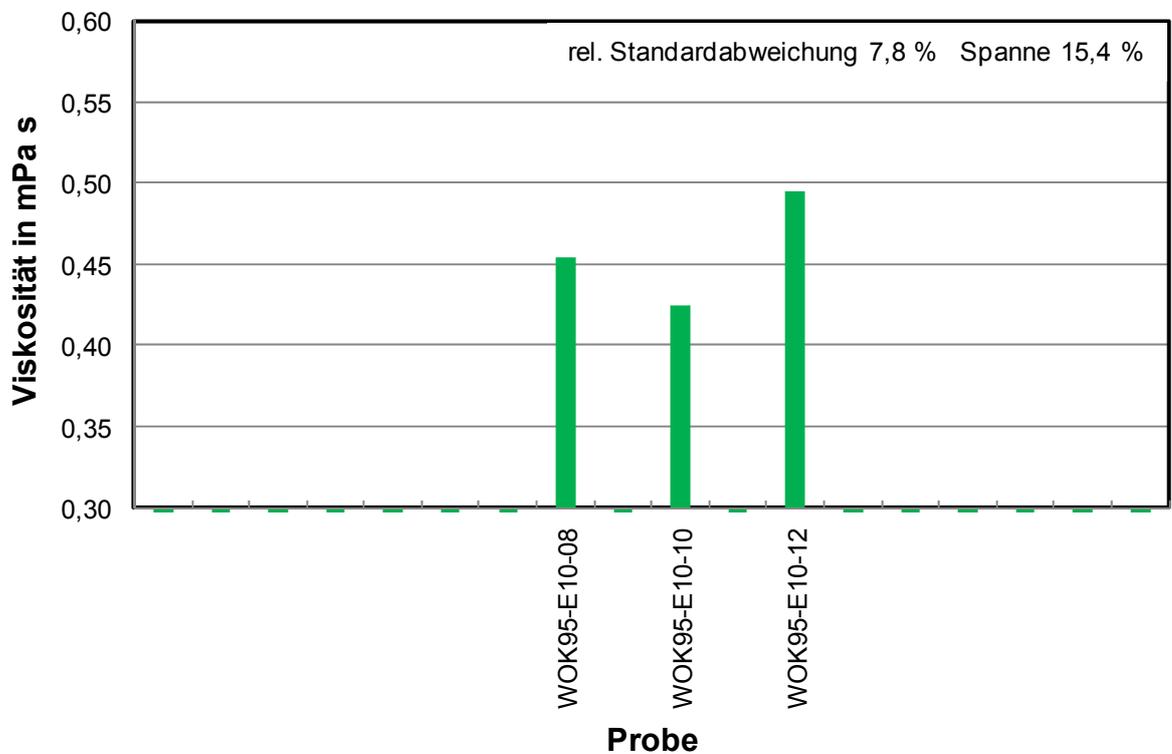


Abb. A3-22: Viskositäten der Regionalproben: Ottokraftstoff OK95 E10, Winterqualität.

Anhang 4: Originalmessdaten

Dichte der Regionalproben

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 95, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-02	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-03
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-30,00	789,194	-30,00	791,228	-30,00	789,527
-25,00	784,858	-25,00	786,815	-25,00	785,063
-20,00	780,508	-20,00	782,386	-20,00	780,584
-15,00	776,143	-15,00	777,942	-15,00	776,087
-10,00	771,763	-10,00	773,480	-10,00	771,571
-5,00	767,365	-5,00	768,997	-5,00	767,035
0,00	762,947	0,00	764,493	0,00	762,475
5,00	758,507	5,00	759,964	5,00	757,890
10,00	754,043	10,00	755,412	10,00	753,277
15,00	749,553	15,00	750,828	15,00	748,632
20,00	745,033	20,00	746,213	20,00	743,952
25,00	740,481	25,00	741,566	25,00	739,236
30,00	735,895	30,00	736,883	30,00	734,478
35,00	731,274	35,00	732,160	35,00	729,679
40,00	726,612	40,00	727,396	40,00	724,830
45,00	721,909	45,00	722,590	45,00	719,932
50,00	717,164	50,00	717,736	50,00	714,981

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-04	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-06
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-30,00	798,485	-30,00	802,498	-30,00	791,159
-25,00	794,106	-25,00	798,136	-25,00	786,796
-20,00	789,708	-20,00	793,760	-20,00	782,418
-15,00	785,298	-15,00	789,369	-15,00	778,025
-10,00	780,871	-10,00	784,963	-10,00	773,615
-5,00	776,425	-5,00	780,539	-5,00	769,186
0,00	771,957	0,00	776,095	0,00	764,736
5,00	767,468	5,00	771,628	5,00	760,263
10,00	762,952	10,00	767,136	10,00	755,764
15,00	758,408	15,00	762,618	15,00	751,233
20,00	753,833	20,00	758,069	20,00	746,673
25,00	749,222	25,00	753,486	25,00	742,074
30,00	744,578	30,00	748,870	30,00	737,443
35,00	739,893	35,00	744,215	35,00	732,769
40,00	735,164	40,00	739,519	40,00	728,052
45,00	730,387	45,00	734,778	45,00	723,289
50,00	725,566	50,00	729,993	50,00	718,477

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 95, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-07	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-10
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-30,00	785,907	-30,00	788,847	-30,00	781,837
-25,00	781,584	-25,00	784,455	-25,00	777,479
-20,00	777,246	-20,00	780,046	-20,00	773,104
-15,00	772,894	-15,00	775,621	-15,00	768,714
-10,00	768,524	-10,00	771,179	-10,00	764,304
-5,00	764,137	-5,00	766,717	-5,00	759,878
0,00	759,730	0,00	762,234	0,00	755,429
5,00	755,299	5,00	757,727	5,00	750,957
10,00	750,842	10,00	753,192	10,00	746,456
15,00	746,356	15,00	748,627	15,00	741,927
20,00	741,839	20,00	744,029	20,00	737,368
25,00	737,288	25,00	739,396	25,00	732,770
30,00	732,703	30,00	734,724	30,00	728,135
35,00	728,075	35,00	730,010	35,00	723,461
40,00	723,404	40,00	725,249	40,00	718,741
45,00	718,688	45,00	720,443	45,00	713,974
50,00	713,924	50,00	715,585	50,00	709,16

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-11	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-12	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-13
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-30,00	791,733	-30,00	804,964	-30,00	784,055
-25,00	787,385	-25,00	800,631	-25,00	779,701
-20,00	783,024	-20,00	796,286	-20,00	775,331
-15,00	778,649	-15,00	791,925	-15,00	770,946
-10,00	774,257	-10,00	787,551	-10,00	766,544
-5,00	769,847	-5,00	783,160	-5,00	762,122
0,00	765,416	0,00	778,750	0,00	757,679
5,00	760,963	5,00	774,320	5,00	753,213
10,00	756,486	10,00	769,864	10,00	748,718
15,00	751,979	15,00	765,384	15,00	744,196
20,00	747,443	20,00	760,872	20,00	739,640
25,00	742,872	25,00	756,331	25,00	735,048
30,00	738,268	30,00	751,754	30,00	730,421
35,00	733,623	35,00	747,142	35,00	725,751
40,00	728,933	40,00	742,488	40,00	721,036
45,00	724,201	45,00	737,791	45,00	716,274
50,00	719,42	50,00	733,051	50,00	711,463

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 95, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-15	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-16
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-30,00	795,230	-30,00	791,677	-30,00	788,118
-25,00	790,919	-25,00	787,346	-25,00	783,776
-20,00	786,593	-20,00	783,000	-20,00	779,417
-15,00	782,253	-15,00	778,640	-15,00	775,045
-10,00	777,899	-10,00	774,264	-10,00	770,657
-5,00	773,528	-5,00	769,871	-5,00	766,249
0,00	769,137	0,00	765,455	0,00	761,821
5,00	764,725	5,00	761,021	5,00	757,369
10,00	760,290	10,00	756,559	10,00	752,892
15,00	755,827	15,00	752,069	15,00	748,386
20,00	751,333	20,00	747,546	20,00	743,848
25,00	746,807	25,00	742,993	25,00	739,275
30,00	742,249	30,00	738,404	30,00	734,670
35,00	737,651	35,00	733,776	35,00	730,021
40,00	733,013	40,00	729,104	40,00	725,329
45,00	728,332	45,00	724,387	45,00	720,590
50,00	723,603	50,00	719,622	50,00	715,805

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-18
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-30,00	788,160	-30,00	788,163
-25,00	783,816	-25,00	783,820
-20,00	779,457	-20,00	779,460
-15,00	775,084	-15,00	775,088
-10,00	770,696	-10,00	770,701
-5,00	766,291	-5,00	766,297
0,00	761,867	0,00	761,872
5,00	757,424	5,00	757,427
10,00	752,957	10,00	752,960
15,00	748,468	15,00	748,470
20,00	743,952	20,00	743,955
25,00	739,408	25,00	739,410
30,00	734,838	30,00	734,838
35,00	730,235	35,00	730,236
40,00	725,598	40,00	725,599
45,00	720,929	45,00	720,930
50,00	716,223	50,00	716,226

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 95, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-03	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-04
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-25,00	796,128	-25,00	778,146	-25,00	789,272
-20,00	791,758	-20,00	773,611	-20,00	784,812
-15,00	787,374	-15,00	769,061	-15,00	780,337
-10,00	782,978	-10,00	764,492	-10,00	775,844
-5,00	778,564	-5,00	759,901	-5,00	771,328
0,00	774,134	0,00	755,286	0,00	766,796
5,00	769,682	5,00	750,642	5,00	762,245
10,00	765,204	10,00	745,972	10,00	757,665
15,00	760,699	15,00	741,267	15,00	753,055
20,00	756,167	20,00	736,526	20,00	748,414
25,00	751,602	25,00	731,747	25,00	743,738
30,00	747,004	30,00	726,925	30,00	739,025
35,00	742,367	35,00	722,055	35,00	734,269
40,00	737,689	40,00	717,140	40,00	729,468
45,00	732,967	45,00	712,168	45,00	724,619
50,00	728,202	50,00	707,144	50,00	719,720

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-06	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-07
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-25,00	771,260	-25,00	775,853	-25,00	765,606
-20,00	766,772	-20,00	771,398	-20,00	761,170
-15,00	762,269	-15,00	766,929	-15,00	756,719
-10,00	757,749	-10,00	762,442	-10,00	752,249
-5,00	753,207	-5,00	757,932	-5,00	747,759
0,00	748,639	0,00	753,401	0,00	743,246
5,00	744,049	5,00	748,849	5,00	738,709
10,00	739,427	10,00	744,267	10,00	734,142
15,00	734,774	15,00	739,651	15,00	729,542
20,00	730,083	20,00	735,002	20,00	724,906
25,00	725,357	25,00	730,315	25,00	720,233
30,00	720,588	30,00	725,589	30,00	715,517
35,00	715,773	35,00	720,819	35,00	710,759
40,00	710,911	40,00	716,000	40,00	705,949
45,00	705,996	45,00	711,131	45,00	701,088
50,00	701,026	50,00	706,211	50,00	696,172

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 95, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-10	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-11
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-25,00	769,362	-25,00	766,058	-25,00	776,354
-20,00	764,874	-20,00	761,591	-20,00	771,950
-15,00	760,368	-15,00	757,109	-15,00	767,532
-10,00	755,844	-10,00	752,608	-10,00	763,097
-5,00	751,297	-5,00	748,085	-5,00	758,642
0,00	746,728	0,00	743,537	0,00	754,167
5,00	742,132	5,00	738,969	5,00	749,670
10,00	737,509	10,00	734,368	10,00	745,145
15,00	732,850	15,00	729,734	15,00	740,588
20,00	728,155	20,00	725,064	20,00	735,998
25,00	723,422	25,00	720,356	25,00	731,374
30,00	718,647	30,00	715,608	30,00	726,712
35,00	713,823	35,00	710,815	35,00	722,007
40,00	708,951	40,00	705,974	40,00	717,256
45,00	704,025	45,00	701,079	45,00	712,455
50,00	699,044	50,00	696,132	50,00	707,605

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-12	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-13	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-14
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-25,00	789,222	-25,00	774,664	-25,00	773,905
-20,00	784,829	-20,00	770,245	-20,00	769,439
-15,00	780,422	-15,00	765,811	-15,00	764,960
-10,00	776,003	-10,00	761,363	-10,00	760,463
-5,00	771,563	-5,00	756,893	-5,00	755,945
0,00	767,105	0,00	752,403	0,00	751,407
5,00	762,625	5,00	747,889	5,00	746,844
10,00	758,120	10,00	743,348	10,00	742,250
15,00	753,589	15,00	738,778	15,00	737,625
20,00	749,025	20,00	734,174	20,00	732,964
25,00	744,428	25,00	729,534	25,00	728,269
30,00	739,795	30,00	724,855	30,00	723,533
35,00	735,123	35,00	720,133	35,00	718,753
40,00	730,409	40,00	715,364	40,00	713,924
45,00	725,648	45,00	710,548	45,00	709,045
50,00	720,842	50,00	705,682	50,00	704,115

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 95, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-15	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-16	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-17
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-25,00	772,267	-25,00	761,947	-25,00	768,077
-20,00	767,836	-20,00	757,530	-20,00	763,624
-15,00	763,390	-15,00	753,098	-15,00	759,157
-10,00	758,926	-10,00	748,646	-10,00	754,671
-5,00	754,443	-5,00	744,174	-5,00	750,162
0,00	749,935	0,00	739,677	0,00	745,631
5,00	745,404	5,00	735,154	5,00	741,074
10,00	740,843	10,00	730,599	10,00	736,487
15,00	736,252	15,00	726,015	15,00	731,867
20,00	731,625	20,00	721,395	20,00	727,214
25,00	726,962	25,00	716,736	25,00	722,524
30,00	722,258	30,00	712,035	30,00	717,794
35,00	717,510	35,00	707,290	35,00	713,017
40,00	712,712	40,00	702,493	40,00	708,194
45,00	707,865	45,00	697,643	45,00	703,320
50,00	702,963	50,00	692,739	50,00	698,392

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-18
Temperatur °C	Dichte kg/m³
-25,00	786,710
-20,00	782,321
-15,00	777,914
-10,00	773,495
-5,00	769,054
0,00	764,599
5,00	760,115
10,00	755,607
15,00	751,072
20,00	746,505
25,00	741,905
30,00	737,269
35,00	732,594
40,00	727,876
45,00	723,110
50,00	718,301

Ottokraftstoff, Super E10, ROZ 95, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E10-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E10-10	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E10-12
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-25,00	781,503	-25,00	771,611	-25,00	792,444
-20,00	777,057	-20,00	767,152	-20,00	788,053
-15,00	772,596	-15,00	762,676	-15,00	783,647
-10,00	768,115	-10,00	758,182	-10,00	779,228
-5,00	763,614	-5,00	753,667	-5,00	774,788
0,00	759,091	0,00	749,128	0,00	770,327
5,00	754,545	5,00	744,563	5,00	765,843
10,00	749,970	10,00	739,969	10,00	761,336
15,00	745,360	15,00	735,345	15,00	756,798
20,00	740,714	20,00	730,687	20,00	752,225
25,00	736,029	25,00	725,989	25,00	747,619
30,00	731,301	30,00	721,250	30,00	742,970
35,00	726,527	35,00	716,465	35,00	738,278
40,00	721,701	40,00	711,628	40,00	733,537
45,00	716,817	45,00	706,739	45,00	728,745
50,00	711,879	50,00	701,796	50,00	723,898

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 98, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-04	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-05
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-30,00	791,209	-30,00	801,948	-30,00	792,316
-25,00	786,839	-25,00	797,623	-25,00	787,933
-20,00	782,455	-20,00	793,284	-20,00	783,535
-15,00	778,064	-15,00	788,935	-15,00	779,126
-10,00	773,661	-10,00	784,578	-10,00	774,702
-5,00	769,240	-5,00	780,206	-5,00	770,265
0,00	764,803	0,00	775,817	0,00	765,810
5,00	760,349	5,00	771,412	5,00	761,338
10,00	755,875	10,00	766,989	10,00	756,847
15,00	751,380	15,00	762,547	15,00	752,335
20,00	746,862	20,00	758,082	20,00	747,801
25,00	742,319	25,00	753,597	25,00	743,241
30,00	737,751	30,00	749,088	30,00	738,657
35,00	733,153	35,00	744,552	35,00	734,043
40,00	728,521	40,00	739,986	40,00	729,397
45,00	723,855	45,00	735,389	45,00	724,719
50,00	719,156	50,00	730,76	50,00	720,004

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-06	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-07	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-08
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-30,00	790,440	-30,00	792,506	-30,00	785,060
-25,00	786,055	-25,00	788,200	-25,00	780,663
-20,00	781,656	-20,00	783,884	-20,00	776,254
-15,00	777,241	-15,00	779,556	-15,00	771,830
-10,00	772,813	-10,00	775,214	-10,00	767,392
-5,00	768,368	-5,00	770,860	-5,00	762,937
0,00	763,905	0,00	766,489	0,00	758,462
5,00	759,424	5,00	762,102	5,00	753,970
10,00	754,924	10,00	757,697	10,00	749,456
15,00	750,400	15,00	753,274	15,00	744,919
20,00	745,850	20,00	748,829	20,00	740,357
25,00	741,273	25,00	744,361	25,00	735,769
30,00	736,671	30,00	739,866	30,00	731,153
35,00	732,036	35,00	735,348	35,00	726,507
40,00	727,367	40,00	730,796	40,00	721,825
45,00	722,665	45,00	726,213	45,00	717,107
50,00	717,825	50,00	721,598	50,00	712,352

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 98, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-10	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-12	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-13
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-30,00	784,712	-30,00	804,446	-30,00	789,020
-25,00	780,297	-25,00	800,070	-25,00	784,591
-20,00	775,867	-20,00	795,680	-20,00	780,145
-15,00	771,423	-15,00	791,281	-15,00	775,686
-10,00	766,961	-10,00	786,869	-10,00	771,212
-5,00	762,482	-5,00	782,441	-5,00	766,721
0,00	757,984	0,00	778,000	0,00	762,214
5,00	753,464	5,00	773,542	5,00	757,686
10,00	748,922	10,00	769,068	10,00	753,138
15,00	744,356	15,00	764,574	15,00	748,567
20,00	739,764	20,00	760,059	20,00	743,971
25,00	735,145	25,00	755,522	25,00	739,346
30,00	730,500	30,00	750,962	30,00	734,696
35,00	725,822	35,00	746,374	35,00	730,012
40,00	721,109	40,00	741,757	40,00	725,295
45,00	716,360	45,00	737,111	45,00	720,539
50,00	711,574	50,00	732,433	50,00	715,746

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-15	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-16
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-30,00	789,888	-30,00	797,336	-30,00	786,130
-25,00	785,601	-25,00	792,979	-25,00	781,808
-20,00	781,300	-20,00	788,605	-20,00	777,474
-15,00	776,985	-15,00	784,219	-15,00	773,125
-10,00	772,655	-10,00	779,815	-10,00	768,765
-5,00	768,309	-5,00	775,395	-5,00	764,389
0,00	763,943	0,00	770,952	0,00	759,997
5,00	759,555	5,00	766,488	5,00	755,586
10,00	755,144	10,00	761,998	10,00	751,157
15,00	750,705	15,00	757,479	15,00	746,707
20,00	746,238	20,00	752,932	20,00	742,236
25,00	741,738	25,00	748,351	25,00	737,737
30,00	737,206	30,00	743,735	30,00	733,212
35,00	732,633	35,00	739,077	35,00	728,660
40,00	728,018	40,00	734,379	40,00	724,075
45,00	723,361	45,00	729,635	45,00	719,457
50,00	718,66	50,00	724,846	50,00	714,802

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 98, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-18
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
-30,00	790,469	-30,00	787,382
-25,00	786,047	-25,00	782,972
-20,00	781,609	-20,00	778,545
-15,00	777,156	-15,00	774,103
-10,00	772,691	-10,00	769,646
-5,00	768,210	-5,00	765,171
0,00	763,710	0,00	760,678
5,00	759,193	5,00	756,165
10,00	754,655	10,00	751,632
15,00	750,098	15,00	747,073
20,00	745,514	20,00	742,491
25,00	740,906	25,00	737,884
30,00	736,272	30,00	733,248
35,00	731,607	35,00	728,582
40,00	726,908	40,00	723,882
45,00	722,178	45,00	719,148
50,00	717,411	50,00	714,377

Ottokraftstoff, Super E0, ROZ 98, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-02	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-04
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-25,00	783,218	-25,00	788,973	-25,00	790,580
-20,00	778,791	-20,00	784,531	-20,00	786,188
-15,00	774,353	-15,00	780,076	-15,00	781,786
-10,00	769,903	-10,00	775,608	-10,00	777,371
-5,00	765,438	-5,00	771,123	-5,00	772,945
0,00	760,955	0,00	766,621	0,00	768,501
5,00	756,457	5,00	762,099	5,00	764,042
10,00	751,937	10,00	757,559	10,00	759,564
15,00	747,396	15,00	752,993	15,00	755,065
20,00	742,831	20,00	748,406	20,00	750,547
25,00	738,242	25,00	743,792	25,00	746,004
30,00	733,625	30,00	739,149	30,00	741,435
35,00	728,979	35,00	734,475	35,00	736,838
40,00	724,299	40,00	729,767	40,00	732,209
45,00	719,584	45,00	725,023	45,00	727,547
50,00	714,833	50,00	720,243	50,00	722,851

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-07	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E5-08
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-25,00	762,515	-25,00	776,807	-25,00	785,624
-20,00	758,115	-20,00	772,431	-20,00	781,166
-15,00	753,702	-15,00	768,044	-15,00	776,692
-10,00	749,277	-10,00	763,644	-10,00	772,205
-5,00	744,833	-5,00	759,231	-5,00	767,696
0,00	740,373	0,00	754,803	0,00	763,166
5,00	735,893	5,00	750,357	5,00	758,616
10,00	731,394	10,00	745,889	10,00	754,039
15,00	726,869	15,00	741,401	15,00	749,429
20,00	722,320	20,00	736,889	20,00	744,788
25,00	717,745	25,00	732,353	25,00	740,114
30,00	713,138	30,00	727,789	30,00	735,399
35,00	708,499	35,00	723,195	35,00	730,642
40,00	703,823	40,00	718,569	40,00	725,840
45,00	699,109	45,00	713,910	45,00	720,989
50,00	694,356	50,00	709,213	50,00	716,087

Ottokraftstoff, Super E0, ROZ 98, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-10	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-11	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E5-12
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-25,00	764,492	-25,00	778,034	-25,00	789,530
-20,00	760,022	-20,00	773,606	-20,00	785,115
-15,00	755,540	-15,00	769,165	-15,00	780,687
-10,00	751,041	-10,00	764,709	-10,00	776,244
-5,00	746,524	-5,00	760,236	-5,00	771,781
0,00	741,988	0,00	755,746	0,00	767,299
5,00	737,435	5,00	751,237	5,00	762,797
10,00	732,860	10,00	746,708	10,00	758,271
15,00	728,259	15,00	742,163	15,00	753,713
20,00	723,631	20,00	737,590	20,00	749,124
25,00	718,975	25,00	732,991	25,00	744,502
30,00	714,290	30,00	728,365	30,00	739,842
35,00	709,571	35,00	723,708	35,00	735,143
40,00	704,815	40,00	719,019	40,00	730,399
45,00	700,020	45,00	714,294	45,00	725,609
50,00	695,186	50,00	709,534	50,00	720,772

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-13	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E5-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-15
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-25,00	780,873	-25,00	782,137	-25,00	773,481
-20,00	776,362	-20,00	777,764	-20,00	769,069
-15,00	771,837	-15,00	773,377	-15,00	764,643
-10,00	767,300	-10,00	768,977	-10,00	760,203
-5,00	762,744	-5,00	764,555	-5,00	755,744
0,00	758,172	0,00	760,115	0,00	751,274
5,00	753,580	5,00	755,653	5,00	746,783
10,00	748,967	10,00	751,168	10,00	742,269
15,00	744,329	15,00	746,653	15,00	737,733
20,00	739,665	20,00	742,107	20,00	733,171
25,00	734,973	25,00	737,528	25,00	728,584
30,00	730,251	30,00	732,912	30,00	723,967
35,00	725,496	35,00	728,255	35,00	719,318
40,00	720,704	40,00	723,555	40,00	714,635
45,00	715,874	45,00	718,808	45,00	709,915
50,00	711,004	50,00	714,015	50,00	705,158

Ottokraftstoff, Super E0, ROZ 98, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-16	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-08
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-25,00	774,962	-25,00	780,262	-25,001	783,222
-20,00	770,495	-20,00	775,803	-20,001	778,726
-15,00	766,012	-15,00	771,330	-15,001	774,215
-10,00	761,515	-10,00	766,842	-10,001	769,692
-5,00	756,998	-5,00	762,339	-5,001	765,150
0,00	752,465	0,00	757,817	-0,001	760,590
5,00	747,914	5,00	753,276	4,999	756,013
10,00	743,341	10,00	748,716	9,999	751,414
15,00	738,744	15,00	744,133	14,999	746,792
20,00	734,121	20,00	739,526	19,999	742,145
25,00	729,469	25,00	734,894	24,999	737,470
30,00	724,787	30,00	730,237	29,999	732,767
35,00	720,071	35,00	725,547	34,999	728,028
40,00	715,320	40,00	720,821	39,999	723,256
45,00	710,530	45,00	716,061	44,999	718,445
50,00	705,700	50,00	711,263	49,999	713,595

Dieselmkraftstoff, Sommerqualitat

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-02	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-03
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	805,295	50,00	813,086	50,00	817,904
45,00	808,820	45,00	816,595	45,00	821,388
40,00	812,344	40,00	820,102	40,00	824,874
35,00	815,864	35,00	823,609	35,00	828,357
30,00	819,379	30,00	827,114	30,00	831,840
25,00	822,897	25,00	830,615	25,00	835,320
20,00	826,413	20,00	834,117	20,00	838,802
15,00	829,931	15,00	837,620	15,00	842,287
10,00	833,449	10,00	841,124	10,00	845,772
5,00	836,969	5,00	844,633	5,00	849,262
0,00	840,491	0,00	848,144	0,00	852,757
-5,00	844,363	-5,00	851,661	-5,00	856,258
-10,00	848,412	-10,00	856,127	-10,00	861,404
-15,00	852,918	-15,00	860,588	-15,00	866,469
-20,00	857,449	-20,00	865,452	-20,00	870,846
-25,00	861,906	-25,00	869,847	-25,00	874,509

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-04	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-06
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	815,038	50,00	820,447	50,00	813,373
45,00	818,536	45,00	823,943	45,00	816,865
40,00	822,032	40,00	827,440	40,00	820,359
35,00	825,529	35,00	830,935	35,00	823,856
30,00	829,006	30,00	834,415	30,00	827,343
25,00	832,513	25,00	837,916	25,00	830,830
20,00	836,003	20,00	841,411	20,00	834,317
15,00	839,499	15,00	844,906	15,00	837,806
10,00	842,995	10,00	848,401	10,00	841,296
5,00	846,493	5,00	851,899	5,00	844,789
0,00	849,996	0,00	855,401	0,00	848,285
-5,00	853,505	-5,00	858,910	-5,00	852,550
-10,00	857,753	-10,00	862,774	-10,00	856,906
-15,00	862,051	-15,00	867,232	-15,00	861,696
-20,00	866,851	-20,00	871,961	-20,00	866,085
-25,00	871,165	-25,00	876,121	-25,00	870,297

Dieselmkraftstoff, Sommerqualitat

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-07	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-10
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	817,362	50,00	800,782	50,00	819,037
45,00	820,894	45,00	804,377	45,00	822,529
40,00	824,429	40,00	807,968	40,00	826,023
35,00	827,959	35,00	811,551	35,00	829,513
30,00	831,475	30,00	815,141	30,00	832,995
25,00	835,014	25,00	818,724	25,00	836,492
20,00	838,541	20,00	822,303	20,00	839,983
15,00	842,065	15,00	825,884	15,00	843,472
10,00	845,595	10,00	829,464	10,00	846,965
5,00	849,127	5,00	833,044	5,00	850,459
0,00	852,660	0,00	836,625	0,00	853,960
-5,00	856,200	-5,00	840,211	-5,00	858,131
-10,00	860,222	-10,00	843,800	-10,00	862,866
-15,00	864,377	-15,00	847,444	-15,00	867,170
-20,00	869,019	-20,00	852,436	-20,00	871,419
-25,00	873,271	-25,00	857,570	-25,00	875,396

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-11	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-12	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-13
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	809,494	50,00	815,943	50,00	808,917
45,00	813,019	45,00	819,449	45,00	812,471
40,00	816,550	40,00	822,954	40,00	816,022
35,00	820,073	35,00	826,465	35,00	819,567
30,00	823,595	30,00	829,964	30,00	823,115
25,00	827,115	25,00	833,464	25,00	826,657
20,00	830,634	20,00	836,964	20,00	830,197
15,00	834,154	15,00	840,467	15,00	833,741
10,00	837,678	10,00	843,971	10,00	837,283
5,00	841,202	5,00	847,477	5,00	840,826
0,00	844,729	0,00	850,986	0,00	844,372
-5,00	848,736	-5,00	855,019	-5,00	848,119
-10,00	853,591	-10,00	860,000	-10,00	852,248
-15,00	857,945	-15,00	864,483	-15,00	856,260
-20,00	862,389	-20,00	868,760	-20,00	860,423
-25,00	866,662	-25,00	872,564	-25,00	864,957

Dieselmkraftstoff, Sommerqualitat

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-15	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-16
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	817,361	50,00	817,155	50,00	816,732
45,00	820,866	45,00	820,672	45,00	820,267
40,00	824,373	40,00	824,190	40,00	823,800
35,00	827,872	35,00	827,705	35,00	827,332
30,00	831,376	30,00	831,211	30,00	830,852
25,00	834,877	25,00	834,730	25,00	834,387
20,00	838,377	20,00	838,249	20,00	837,914
15,00	841,880	15,00	841,759	15,00	841,443
10,00	845,385	10,00	845,273	10,00	844,969
5,00	848,891	5,00	848,790	5,00	848,501
0,00	852,402	0,00	852,310	0,00	852,036
-5,00	855,920	-5,00	855,836	-5,00	855,575
-10,00	860,091	-10,00	860,034	-10,00	859,646
-15,00	864,553	-15,00	864,379	-15,00	863,920
-20,00	869,481	-20,00	869,255	-20,00	868,783
-25,00	873,953	-25,00	873,844	-25,00	873,148

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-18
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	812,513	50,00	811,920
45,00	816,030	45,00	815,424
40,00	819,546	40,00	818,930
35,00	823,057	35,00	822,433
30,00	826,569	30,00	825,935
25,00	830,078	25,00	829,433
20,00	833,586	20,00	832,933
15,00	837,100	15,00	836,434
10,00	840,611	10,00	839,937
5,00	844,126	5,00	843,442
0,00	847,644	0,00	846,953
-5,00	851,572	-5,00	851,030
-10,00	855,889	-10,00	855,391
-15,00	860,464	-15,00	860,104
-20,00	865,498	-20,00	865,149
-25,00	870,068	-25,00	869,714

Dieselmkraftstoff, Winterqualitat

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-02	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-03
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	803,008	50,00	814,113	50,00	819,061
45,00	806,530	45,00	817,621	45,00	822,559
40,00	810,051	40,00	821,129	40,00	826,057
35,00	813,568	35,00	824,634	35,00	829,553
30,00	817,081	30,00	828,136	30,00	833,031
25,00	820,596	25,00	831,638	25,00	836,540
20,00	824,109	20,00	835,138	20,00	840,028
15,00	827,622	15,00	838,640	15,00	843,528
10,00	831,135	10,00	842,144	10,00	847,025
5,00	834,650	5,00	845,650	5,00	850,523
0,00	838,169	0,00	849,160	0,00	854,027
-5,00	841,698	-5,00	852,677	-5,00	857,539
-10,00	845,723	-10,00	856,203	-10,00	861,166
-15,00	849,862	-15,00	860,461	-15,00	865,280
-20,00	854,093	-20,00	864,599	-20,00	869,651
-25,00	858,545	-25,00	868,910	-25,00	874,327

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-04	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-06
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	805,958	50,00	818,714	50,00	815,945
45,00	809,483	45,00	822,217	45,00	819,443
40,00	813,008	40,00	825,720	40,00	822,941
35,00	816,532	35,00	829,221	35,00	826,438
30,00	820,048	30,00	832,717	30,00	829,932
25,00	823,571	25,00	836,217	25,00	833,424
20,00	827,084	20,00	839,709	20,00	836,916
15,00	830,605	15,00	843,211	15,00	840,407
10,00	834,124	10,00	846,711	10,00	843,903
5,00	837,643	5,00	850,214	5,00	847,399
0,00	841,166	0,00	853,720	0,00	850,900
-5,00	844,695	-5,00	857,233	-5,00	854,406
-10,00	848,248	-10,00	860,753	-10,00	858,547
-15,00	852,553	-15,00	865,187	-15,00	862,867
-20,00	856,687	-20,00	870,316	-20,00	867,222
-25,00	861,022	-25,00	874,899	-25,00	871,729

Dieselmkraftstoff, Winterqualitat

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-07	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-09
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	815,796	50,00	802,882	50,00	807,157
45,00	819,341	45,00	806,466	45,00	810,645
40,00	822,884	40,00	810,053	40,00	814,134
35,00	826,426	35,00	813,632	35,00	817,623
30,00	829,960	30,00	817,205	30,00	821,109
25,00	833,500	25,00	820,779	25,00	824,592
20,00	837,037	20,00	824,353	20,00	828,070
15,00	840,574	15,00	827,927	15,00	831,560
10,00	844,112	10,00	831,498	10,00	835,048
5,00	847,651	5,00	835,070	5,00	838,536
0,00	851,192	0,00	838,646	0,00	842,031
-5,00	854,741	-5,00	842,224	-5,00	845,531
-10,00	858,543	-10,00	845,808	-10,00	849,053
-15,00	862,688	-15,00	850,129	-15,00	853,971
-20,00	866,914	-20,00	854,677	-20,00	859,072
-25,00	871,304	-25,00	859,672	-25,00	864,320

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-10	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-11	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-12
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	813,576	50,00	807,327	50,00	811,160
45,00	817,111	45,00	810,875	45,00	814,684
40,00	820,645	40,00	814,422	40,00	818,207
35,00	824,178	35,00	817,966	35,00	821,728
30,00	827,687	30,00	821,493	30,00	825,248
25,00	831,232	25,00	825,045	25,00	828,763
20,00	834,753	20,00	828,578	20,00	832,281
15,00	838,284	15,00	832,119	15,00	835,802
10,00	841,812	10,00	835,658	10,00	839,323
5,00	845,340	5,00	839,196	5,00	842,847
0,00	848,873	0,00	842,739	0,00	846,376
-5,00	852,412	-5,00	846,286	-5,00	849,912
-10,00	856,519	-10,00	850,362	-10,00	854,147
-15,00	860,825	-15,00	854,877	-15,00	858,787
-20,00	865,297	-20,00	859,550	-20,00	863,591
-25,00	869,951	-25,00	864,499	-25,00	868,472

Dieselmkraftstoff, Winterqualitat

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-13	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-15
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	812,268	50,00	810,860	50,00	809,885
45,00	815,833	45,00	814,389	45,00	813,433
40,00	819,395	40,00	817,917	40,00	816,972
35,00	822,956	35,00	821,442	35,00	820,506
30,00	826,514	30,00	824,965	30,00	824,038
25,00	830,068	25,00	828,487	25,00	827,569
20,00	833,621	20,00	832,009	20,00	831,102
15,00	837,178	15,00	835,533	15,00	834,635
10,00	840,735	10,00	839,060	10,00	838,169
5,00	844,291	5,00	842,587	5,00	841,705
0,00	847,854	0,00	846,118	0,00	845,247
-5,00	851,421	-5,00	849,655	-5,00	848,793
-10,00	855,442	-10,00	853,203	-10,00	852,782
-15,00	859,573	-15,00	857,756	-15,00	856,969
-20,00	863,724	-20,00	862,327	-20,00	861,612
-25,00	867,992	-25,00	867,067	-25,00	866,749

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-16	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-18
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	805,858	50,00	812,732	50,00	818,255
45,00	809,385	45,00	816,282	45,00	821,768
40,00	812,909	40,00	819,825	40,00	825,281
35,00	816,432	35,00	823,368	35,00	828,791
30,00	819,953	30,00	826,905	30,00	832,296
25,00	823,469	25,00	830,444	25,00	835,804
20,00	826,986	20,00	833,982	20,00	839,313
15,00	830,508	15,00	837,521	15,00	842,824
10,00	834,031	10,00	841,062	10,00	846,337
5,00	837,554	5,00	844,605	5,00	849,854
0,00	841,079	0,00	848,154	0,00	853,375
-5,00	844,610	-5,00	851,704	-5,00	856,902
-10,00	848,712	-10,00	855,265	-10,00	860,848
-15,00	853,082	-15,00	859,480	-15,00	865,037
-20,00	857,542	-20,00	863,708	-20,00	869,372
-25,00	862,111	-25,00	868,184	-25,00	873,914

Heizöl EL, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl SHEL-03	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl SHEL-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl SHEL-06
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	822,554	50,00	833,960	50,00	821,065
45,00	826,106	45,00	837,529	45,00	824,537
40,00	829,659	40,00	841,099	40,00	828,009
35,00	833,208	35,00	844,666	35,00	831,479
30,00	836,756	30,00	848,231	30,00	834,949
25,00	840,300	25,00	851,792	25,00	838,416
20,00	843,845	20,00	855,355	20,00	841,885
15,00	847,391	15,00	858,919	15,00	845,357
10,00	850,939	10,00	862,483	10,00	848,828
5,00	854,489	5,00	866,050	5,00	852,304
0,00	858,044	0,00	869,622	0,00	855,785
-5,00	862,245	-5,00	873,196	-5,00	860,209
-10,00	866,634	-10,00	876,776	-10,00	864,586
-15,00	871,042	-15,00	881,012	-15,00	869,055
-20,00	874,203	-20,00	885,037	-20,00	873,682
-25,00	878,683	-25,00	889,114	-25,00	878,398

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl SHEL-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl SHEL-11	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl SHEL-15
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	833,467	50,00	813,097	50,00	817,645
45,00	837,009	45,00	816,639	45,00	821,166
40,00	840,551	40,00	820,180	40,00	824,685
35,00	844,091	35,00	823,717	35,00	828,204
30,00	847,630	30,00	827,254	30,00	831,714
25,00	851,167	25,00	830,786	25,00	835,231
20,00	854,705	20,00	834,319	20,00	838,745
15,00	858,248	15,00	837,851	15,00	842,263
10,00	861,793	10,00	841,385	10,00	845,780
5,00	865,342	5,00	844,922	5,00	849,299
0,00	868,899	0,00	848,464	0,00	852,822
-5,00	874,283	-5,00	852,861	-5,00	857,000
-10,00	879,060	-10,00	857,278	-10,00	861,461
-15,00	883,686	-15,00	861,951	-15,00	865,922
-20,00	888,265	-20,00	866,787	-20,00	870,458
-25,00	892,986	-25,00	871,224	-25,00	875,077

Heizöl EL, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl SHEL-16	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl SHEL-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl SHEL-18
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	821,558	50,00	814,278	50,00	817,226
45,00	825,105	45,00	817,803	45,00	820,745
40,00	828,651	40,00	821,327	40,00	824,264
35,00	832,196	35,00	824,850	35,00	827,779
30,00	835,736	30,00	828,353	30,00	831,296
25,00	839,277	25,00	831,895	25,00	834,805
20,00	842,817	20,00	835,410	20,00	838,312
15,00	846,355	15,00	838,930	15,00	841,831
10,00	849,900	10,00	842,450	10,00	845,347
5,00	853,444	5,00	845,973	5,00	848,864
0,00	856,994	0,00	849,501	0,00	852,389
-5,00	861,787	-5,00	853,914	-5,00	856,854
-10,00	866,360	-10,00	858,333	-10,00	861,388
-15,00	870,897	-15,00	862,869	-15,00	865,992
-20,00	875,434	-20,00	867,446	-20,00	870,667
-25,00	879,974	-25,00	872,121	-25,00	875,581

Heizöl EL, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl WHEL-03	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl WHEL-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl WHEL-08
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	829,972	50,00	830,639	50,00	833,956
45,00	833,514	45,00	834,228	45,00	837,505
40,00	837,056	40,00	837,816	40,00	841,053
35,00	840,591	35,00	841,399	35,00	844,600
30,00	844,132	30,00	844,978	30,00	848,149
25,00	847,669	25,00	848,558	25,00	851,691
20,00	851,206	20,00	852,140	20,00	855,236
15,00	854,747	15,00	855,722	15,00	858,785
10,00	858,291	10,00	859,305	10,00	862,338
5,00	861,839	5,00	862,890	5,00	865,895
0,00	865,808	0,00	866,480	0,00	869,886
-5,00	870,396	-5,00	870,073	-5,00	874,919
-10,00	875,008	-10,00	873,673	-10,00	879,665
-15,00	879,595	-15,00	877,808	-15,00	884,315
-20,00	884,150	-20,00	881,866	-20,00	888,897
-25,00	888,696	-25,00	885,932	-25,00	893,500

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl WHEL-17
Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	815,588
45,00	819,109
40,00	822,631
35,00	826,149
30,00	829,662
25,00	833,179
20,00	836,695
15,00	840,214
10,00	843,735
5,00	847,259
0,00	850,785
-5,00	854,345
-10,00	858,590
-15,00	863,378
-20,00	867,761
-25,00	872,120

Heizöl EL schwefelarm, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-02	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-03
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	811,972	50,00	825,470	50,00	812,715
45,00	815,430	45,00	829,026	45,00	816,212
40,00	818,890	40,00	832,581	40,00	819,708
35,00	822,347	35,00	836,133	35,00	823,203
30,00	825,785	30,00	839,683	30,00	826,696
25,00	829,258	25,00	843,230	25,00	830,184
20,00	832,713	20,00	846,776	20,00	833,681
15,00	836,171	15,00	850,324	15,00	837,170
10,00	839,629	10,00	853,870	10,00	840,663
5,00	843,093	5,00	857,422	5,00	844,160
0,00	846,572	0,00	860,977	0,00	847,658
-5,00	851,751	-5,00	864,916	-5,00	851,163
-10,00	856,580	-10,00	868,877	-10,00	854,694
-15,00	861,303	-15,00	872,796	-15,00	859,097
-20,00	865,863	-20,00	876,730	-20,00	864,174
-25,00	870,311	-25,00	880,627	-25,00	869,287

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-04	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-07
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	811,450	50,00	833,004	50,00	810,521
45,00	814,935	45,00	836,491	45,00	814,087
40,00	818,420	40,00	839,978	40,00	817,653
35,00	821,904	35,00	843,465	35,00	821,216
30,00	825,385	30,00	846,936	30,00	824,768
25,00	828,864	25,00	850,435	25,00	828,328
20,00	832,343	20,00	853,915	20,00	831,882
15,00	835,826	15,00	857,410	15,00	835,432
10,00	839,316	10,00	860,901	10,00	838,988
5,00	842,799	5,00	864,396	5,00	842,543
0,00	846,285	0,00	867,897	0,00	846,100
-5,00	850,135	-5,00	871,404	-5,00	849,660
-10,00	854,262	-10,00	875,443	-10,00	853,669
-15,00	858,685	-15,00	879,596	-15,00	857,852
-20,00	863,412	-20,00	883,898	-20,00	862,066
-25,00	867,669	-25,00	888,680	-25,00	866,705

Heizöl EL schwefelarm, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-10	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-12
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
50,00	808,571	50,00	820,560	50,00	822,343
45,00	812,174	45,00	824,055	45,00	825,874
40,00	815,775	40,00	827,547	40,00	829,405
35,00	819,370	35,00	831,038	35,00	832,934
30,00	822,946	30,00	834,507	30,00	836,461
25,00	826,562	25,00	838,014	25,00	839,986
20,00	830,147	20,00	841,501	20,00	843,510
15,00	833,735	15,00	844,992	15,00	847,036
10,00	837,324	10,00	848,485	10,00	850,564
5,00	840,914	5,00	851,982	5,00	854,094
0,00	844,506	0,00	855,480	0,00	857,630
-5,00	848,100	-5,00	859,919	-5,00	862,347
-10,00	852,558	-10,00	864,198	-10,00	866,707
-15,00	857,119	-15,00	868,510	-15,00	870,982
-20,00	861,631	-20,00	873,018	-20,00	875,238
-25,00	866,123	-25,00	877,560	-25,00	879,529

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-13	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-15
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
50,00	822,394	50,00	818,299	50,00	812,843
45,00	825,874	45,00	821,853	45,00	816,360
40,00	829,355	40,00	825,405	40,00	819,877
35,00	832,835	35,00	828,954	35,00	823,392
30,00	836,303	30,00	832,500	30,00	826,896
25,00	839,795	25,00	836,039	25,00	830,411
20,00	843,270	20,00	839,583	20,00	833,921
15,00	846,750	15,00	843,127	15,00	837,432
10,00	850,229	10,00	846,670	10,00	840,943
5,00	853,716	5,00	850,214	5,00	844,457
0,00	857,342	0,00	853,763	0,00	847,973
-5,00	861,764	-5,00	857,314	-5,00	851,494
-10,00	865,952	-10,00	860,870	-10,00	855,538
-15,00	870,457	-15,00	864,815	-15,00	859,721
-20,00	875,098	-20,00	868,955	-20,00	864,079
-25,00	879,439	-25,00	873,268	-25,00	868,808

Heizöl EL schwefelarm, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-16	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-18
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	789,176	50,00	808,397	50,00	808,404
45,00	792,709	45,00	811,893	45,00	811,898
40,00	796,241	40,00	815,387	40,00	815,393
35,00	799,768	35,00	818,879	35,00	818,884
30,00	803,281	30,00	822,360	30,00	822,375
25,00	806,820	25,00	825,857	25,00	825,862
20,00	810,337	20,00	829,343	20,00	829,350
15,00	813,857	15,00	832,828	15,00	832,839
10,00	817,377	10,00	836,321	10,00	836,328
5,00	820,897	5,00	839,813	5,00	839,821
0,00	824,418	0,00	843,308	0,00	843,318
-5,00	827,943	-5,00	847,493	-5,00	847,532
-10,00	832,054	-10,00	851,961	-10,00	851,979
-15,00	836,629	-15,00	856,740	-15,00	856,822
-20,00	841,615	-20,00	861,519	-20,00	861,524
-25,00	846,220	-25,00	865,970	-25,00	865,982

Heizöl EL schwefelarm, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-02	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-04
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
50,00	811,441	50,00	819,484	50,00	812,226
45,00	814,952	45,00	823,056	45,00	815,686
40,00	818,458	40,00	826,622	40,00	819,144
35,00	821,967	35,00	830,190	35,00	822,600
30,00	825,473	30,00	833,754	30,00	826,055
25,00	828,976	25,00	837,314	25,00	829,507
20,00	832,482	20,00	840,875	20,00	832,964
15,00	835,989	15,00	844,435	15,00	836,422
10,00	839,496	10,00	847,998	10,00	839,884
5,00	843,009	5,00	851,562	5,00	843,347
0,00	846,525	0,00	855,129	0,00	846,817
-5,00	851,449	-5,00	858,979	-5,00	850,657
-10,00	856,402	-10,00	862,924	-10,00	855,215
-15,00	861,206	-15,00	866,844	-15,00	859,706
-20,00	865,829	-20,00	870,798	-20,00	864,317
-25,00	870,283	-25,00	874,712	-25,00	869,178

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-06	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-07
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
50,00	833,348	50,00	820,113	50,00	820,065
45,00	836,937	45,00	823,605	45,00	823,591
40,00	840,530	40,00	827,092	40,00	827,115
35,00	844,117	35,00	830,583	35,00	830,636
30,00	847,703	30,00	834,072	30,00	834,157
25,00	851,286	25,00	837,559	25,00	837,671
20,00	854,871	20,00	841,048	20,00	841,191
15,00	858,456	15,00	844,539	15,00	844,711
10,00	862,044	10,00	848,032	10,00	848,234
5,00	865,635	5,00	851,527	5,00	851,758
0,00	869,230	0,00	855,029	0,00	855,287
-5,00	872,830	-5,00	858,755	-5,00	859,343
-10,00	876,436	-10,00	863,495	-10,00	863,577
-15,00	880,574	-15,00	868,093	-15,00	867,936
-20,00	884,651	-20,00	872,829	-20,00	872,406
-25,00	888,826	-25,00	877,799	-25,00	876,874

Heizöl EL schwefelarm, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-09	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-10
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	813,670	50,00	809,313	50,00	823,532
45,00	817,246	45,00	812,840	45,00	827,085
40,00	820,821	40,00	816,365	40,00	830,637
35,00	824,392	35,00	819,886	35,00	834,186
30,00	827,958	30,00	823,406	30,00	837,732
25,00	831,527	25,00	826,924	25,00	841,274
20,00	835,092	20,00	830,439	20,00	844,821
15,00	838,660	15,00	833,961	15,00	848,367
10,00	842,229	10,00	837,484	10,00	851,914
5,00	845,800	5,00	841,010	5,00	855,465
0,00	849,376	0,00	844,538	0,00	859,021
-5,00	853,317	-5,00	848,953	-5,00	862,739
-10,00	858,174	-10,00	854,061	-10,00	867,077
-15,00	862,686	-15,00	859,775	-15,00	871,378
-20,00	867,214	-20,00	864,804	-20,00	875,689
-25,00	871,750	-25,00	869,699	-25,00	880,295

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-11	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-12	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-13
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	812,899	50,00	821,112	50,00	833,136
45,00	816,460	45,00	824,615	45,00	836,620
40,00	820,018	40,00	828,118	40,00	840,103
35,00	823,574	35,00	831,622	35,00	843,585
30,00	827,126	30,00	835,116	30,00	847,061
25,00	830,674	25,00	838,615	25,00	850,541
20,00	834,225	20,00	842,116	20,00	854,024
15,00	837,777	15,00	845,616	15,00	857,509
10,00	841,329	10,00	849,119	10,00	860,996
5,00	844,884	5,00	852,628	5,00	864,487
0,00	848,443	0,00	856,170	0,00	867,984
-5,00	852,007	-5,00	861,675	-5,00	872,600
-10,00	856,322	-10,00	866,646	-10,00	876,997
-15,00	860,758	-15,00	871,475	-15,00	881,394
-20,00	865,287	-20,00	876,224	-20,00	885,805
-25,00	870,011	-25,00	880,905	-25,00	890,222

Heizöl EL schwefelarm, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-15	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-16
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	816,835	50,00	816,754	50,00	818,392
45,00	820,291	45,00	820,323	45,00	821,929
40,00	823,747	40,00	823,894	40,00	825,468
35,00	827,201	35,00	827,460	35,00	829,005
30,00	830,654	30,00	831,024	30,00	832,537
25,00	834,103	25,00	834,583	25,00	836,068
20,00	837,560	20,00	838,145	20,00	839,599
15,00	841,021	15,00	841,707	15,00	843,133
10,00	844,483	10,00	845,270	10,00	846,669
5,00	847,948	5,00	848,834	5,00	850,207
0,00	851,418	0,00	852,402	0,00	853,748
-5,00	854,899	-5,00	855,974	-5,00	857,292
-10,00	859,885	-10,00	859,549	-10,00	860,843
-15,00	864,460	-15,00	863,131	-15,00	864,927
-20,00	868,896	-20,00	867,546	-20,00	869,131
-25,00	873,239	-25,00	871,927	-25,00	873,567

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-18
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	814,745	50,00	810,027
45,00	818,334	45,00	813,535
40,00	821,921	40,00	817,041
35,00	825,503	35,00	820,545
30,00	829,079	30,00	824,049
25,00	832,657	25,00	827,548
20,00	836,232	20,00	831,048
15,00	839,807	15,00	834,552
10,00	843,384	10,00	838,055
5,00	846,962	5,00	841,562
0,00	850,543	0,00	845,071
-5,00	854,125	-5,00	848,589
-10,00	857,713	-10,00	853,115
-15,00	861,307	-15,00	857,636
-20,00	865,543	-20,00	862,456
-25,00	870,339	-25,00	867,088

Dichte der Mischungen mit Biokraftstoff

Ethanol – n-Hexan

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 05-95	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 10-90
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	690,372	-15,00	696,010	-15,00	702,066
-10,00	686,062	-10,00	691,659	-10,00	697,701
-5,00	681,727	-5,00	687,276	-5,00	693,304
0,00	677,365	0,00	682,861	0,00	688,877
5,00	672,976	5,00	678,413	5,00	684,413
10,00	668,559	10,00	673,928	10,00	679,909
15,00	664,106	15,00	669,398	15,00	675,364
20,00	659,622	20,00	664,826	20,00	670,772
25,00	655,098	25,00	660,205	25,00	666,128
30,00	650,538	30,00	655,533	30,00	661,432
35,00	645,935	35,00	650,804	35,00	656,672
40,00	641,286	40,00	646,013	40,00	651,847
45,00	636,590	45,00	641,159	45,00	646,953
50,00	631,843	50,00	636,235	50,00	641,985

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 15-85	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 20-80	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 40-60
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	708,249	-15,00	714,453	-15,00	739,723
-10,00	703,879	-10,00	710,086	-10,00	735,383
-5,00	699,479	-5,00	705,688	-5,00	731,023
0,00	695,047	0,00	701,259	0,00	726,636
5,00	690,580	5,00	696,795	5,00	722,220
10,00	686,074	10,00	692,291	10,00	717,771
15,00	681,523	15,00	687,746	15,00	713,283
20,00	676,924	20,00	683,153	20,00	708,753
25,00	672,275	25,00	678,507	25,00	704,175
30,00	667,570	30,00	673,804	30,00	699,544
35,00	662,801	35,00	669,038	35,00	694,851
40,00	657,965	40,00	664,203	40,00	690,090
45,00	653,057	45,00	659,293	45,00	685,256
50,00	648,069	50,00	654,304	50,00	680,343

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 60-40	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 80-20
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	752,528	-15,00	765,494	-15,00	792,079
-10,00	748,210	-10,00	761,198	-10,00	787,825
-5,00	743,874	-5,00	756,886	-5,00	783,566
0,00	739,514	0,00	752,560	0,00	779,297
5,00	735,131	5,00	748,210	5,00	775,015
10,00	730,717	10,00	743,838	10,00	770,716
15,00	726,271	15,00	739,432	15,00	766,397
20,00	721,785	20,00	734,989	20,00	762,052
25,00	717,253	25,00	730,498	25,00	757,675
30,00	712,673	30,00	725,963	30,00	753,262
35,00	708,034	35,00	721,382	35,00	748,805
40,00	703,333	40,00	716,747	40,00	744,296
45,00	698,561	45,00	712,046	45,00	739,735
50,00	693,711	50,00	707,273	50,00	735,110

Ethanol – n-Hexan

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 85-15	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 90-10	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 95-05
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	798,951	-15,00	805,728	-15,00	812,677
-10,00	794,708	-10,00	801,493	-10,00	808,450
-5,00	790,462	-5,00	797,255	-5,00	804,222
0,00	786,198	0,00	793,012	0,00	799,990
5,00	781,932	5,00	788,761	5,00	795,752
10,00	777,650	10,00	784,497	10,00	791,504
15,00	773,349	15,00	780,213	15,00	787,240
20,00	769,025	20,00	775,909	20,00	782,956
25,00	764,673	25,00	771,578	25,00	778,647
30,00	760,288	30,00	767,216	30,00	774,310
35,00	755,859	35,00	762,815	35,00	769,935
40,00	751,384	40,00	758,369	40,00	765,518
45,00	746,855	45,00	753,872	45,00	761,053
50,00	742,264	50,00	749,318	50,00	756,532

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 100-0	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 2,5-97,5	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 7,5-92,5
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	819,697	-15,00	693,091	-15,00	699,005
-10,00	815,475	-10,00	688,751	-10,00	694,645
-5,00	811,254	-5,00	684,380	-5,00	690,255
0,00	807,033	0,00	679,979	0,00	685,830
5,00	802,808	5,00	675,544	5,00	681,374
10,00	798,570	10,00	671,074	10,00	676,877
15,00	794,324	15,00	666,563	15,00	672,340
20,00	790,059	20,00	662,009	20,00	667,753
25,00	785,770	25,00	657,410	25,00	663,117
30,00	781,454	30,00	652,763	30,00	658,431
35,00	777,105	35,00	648,062	35,00	653,686
40,00	772,714	40,00	643,305	40,00	648,875
45,00	768,278	45,00	638,489	45,00	643,997
50,00	763,789	50,00	633,610	50,00	639,047

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 12,5-87,5
Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	705,149
-10,00	700,780
-5,00	696,381
0,00	691,948
5,00	687,480
10,00	682,969
15,00	678,413
20,00	673,813
25,00	669,163
30,00	664,459
35,00	659,696
40,00	654,864
45,00	649,963
50,00	644,983

Ethanol – n-Nonan

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 05-95	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 10-90
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	744,993	-15,00	747,856	-15,00	751,092
-10,00	741,171	-10,00	743,977	-10,00	747,178
-5,00	737,348	-5,00	740,087	-5,00	743,252
0,00	733,515	0,00	736,184	0,00	739,311
5,00	729,673	5,00	732,263	5,00	735,353
10,00	725,822	10,00	728,328	10,00	731,377
15,00	721,960	15,00	724,371	15,00	727,377
20,00	718,085	20,00	720,392	20,00	723,352
25,00	714,200	25,00	716,390	25,00	719,299
30,00	710,302	30,00	712,361	30,00	715,217
35,00	706,386	35,00	708,300	35,00	711,100
40,00	702,452	40,00	704,208	40,00	706,943
45,00	698,500	45,00	700,082	45,00	702,749
50,00	694,527	50,00	695,919	50,00	698,510

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 15-85	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 20-80	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 40-60
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	754,446	-15,00	757,884	-15,00	771,948
-10,00	750,501	-10,00	753,914	-10,00	767,899
-5,00	746,547	-5,00	749,933	-5,00	763,844
0,00	742,577	0,00	745,939	0,00	759,775
5,00	738,591	5,00	741,926	5,00	755,693
10,00	734,582	10,00	737,892	10,00	751,589
15,00	730,549	15,00	733,835	15,00	747,461
20,00	726,490	20,00	729,749	20,00	743,306
25,00	722,403	25,00	725,632	25,00	739,118
30,00	718,281	30,00	721,480	30,00	734,893
35,00	714,121	35,00	717,289	35,00	730,625
40,00	709,920	40,00	713,052	40,00	726,306
45,00	705,675	45,00	708,768	45,00	721,937
50,00	701,380	50,00	704,435	50,00	717,510

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 60-40	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 80-20
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	779,181	-15,00	786,637	-15,00	802,375
-10,00	775,106	-10,00	782,534	-10,00	798,220
-5,00	771,023	-5,00	778,427	-5,00	794,062
0,00	766,927	0,00	774,309	0,00	789,898
5,00	762,819	5,00	770,178	5,00	785,724
10,00	758,692	10,00	766,028	10,00	781,536
15,00	754,541	15,00	761,857	15,00	777,329
20,00	750,362	20,00	757,659	20,00	773,099
25,00	746,151	25,00	753,432	25,00	768,844
30,00	741,907	30,00	749,169	30,00	764,556
35,00	737,616	35,00	744,863	35,00	760,229
40,00	733,277	40,00	740,510	40,00	755,855
45,00	728,884	45,00	736,103	45,00	751,430
50,00	724,432	50,00	731,636	50,00	746,949

Ethanol – n-Nonan

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 85-15	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 90-10	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 95-05
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
-15,00	806,515	-15,00	810,803	-15,00	815,218
-10,00	802,346	-10,00	806,617	-10,00	811,015
-5,00	798,174	-5,00	802,431	-5,00	806,812
0,00	793,996	0,00	798,239	0,00	802,607
5,00	789,811	5,00	794,043	5,00	798,396
10,00	785,613	10,00	789,832	10,00	794,174
15,00	781,395	15,00	785,607	15,00	789,938
20,00	777,158	20,00	781,363	20,00	785,682
25,00	772,895	25,00	777,090	25,00	781,403
30,00	768,602	30,00	772,791	30,00	777,095
35,00	764,268	35,00	768,453	35,00	772,752
40,00	759,889	40,00	764,071	40,00	768,365
45,00	755,464	45,00	759,642	45,00	763,933
50,00	750,981	50,00	755,157	50,00	759,447

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 100-0	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 2,5-97,5	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 7,5-92,5
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
-15,00	819,685	-15,00	746,328	-15,00	749,443
-10,00	815,463	-10,00	742,471	-10,00	745,545
-5,00	811,242	-5,00	738,600	-5,00	741,636
0,00	807,020	0,00	734,719	0,00	737,711
5,00	802,795	5,00	730,828	5,00	733,772
10,00	798,564	10,00	726,919	10,00	729,814
15,00	794,321	15,00	722,992	15,00	725,837
20,00	790,059	20,00	719,045	20,00	721,833
25,00	785,772	25,00	715,077	25,00	717,801
30,00	781,458	30,00	711,086	30,00	713,745
35,00	777,108	35,00	707,068	35,00	709,654
40,00	772,716	40,00	703,021	40,00	705,527
45,00	768,279	45,00	698,946	45,00	701,364
50,00	763,788	50,00	694,844	50,00	697,161

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 12,5-87,5
Temperatur °C	Dichte kg/m ³
-15,00	752,766
-10,00	748,834
-5,00	744,895
0,00	740,938
5,00	736,964
10,00	732,972
15,00	728,955
20,00	724,911
25,00	720,839
30,00	716,736
35,00	712,596
40,00	708,415
45,00	704,193
50,00	699,925

Ethanol – Ottokraftstoff (Super, Sommerqualität)

Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 0-100		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 5-95		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 10-90	
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	768,965	-15,00	771,843	-15,00	775,391
-10,00	764,567	-10,00	767,419	-10,00	770,964
-5,00	760,150	-5,00	762,977	-5,00	766,517
0,00	755,720	0,00	758,511	0,00	762,047
5,00	751,273	5,00	754,019	5,00	757,554
10,00	746,805	10,00	749,503	10,00	753,031
15,00	742,317	15,00	744,957	15,00	748,477
20,00	737,806	20,00	740,379	20,00	743,889
25,00	733,268	25,00	735,763	25,00	739,259
30,00	728,705	30,00	731,111	30,00	734,591
35,00	724,114	35,00	726,416	35,00	729,877
40,00	719,490	40,00	721,678	40,00	725,115
45,00	714,829	45,00	716,891	45,00	720,296
50,00	710,136	50,00	712,053	50,00	715,419

Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 15-85		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 20-80		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 40-60	
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	776,790	-15,00	779,286	-15,00	789,754
-10,00	772,360	-10,00	774,861	-10,00	785,378
-5,00	767,911	-5,00	770,419	-5,00	780,984
0,00	763,440	0,00	765,953	0,00	776,571
5,00	758,940	5,00	761,459	5,00	772,133
10,00	754,413	10,00	756,937	10,00	767,671
15,00	749,852	15,00	752,382	15,00	763,174
20,00	745,253	20,00	747,789	20,00	758,644
25,00	740,616	25,00	743,155	25,00	754,075
30,00	735,933	30,00	738,477	30,00	749,459
35,00	731,203	35,00	733,744	35,00	744,792
40,00	726,419	40,00	728,961	40,00	740,068
45,00	721,577	45,00	724,116	45,00	735,281
50,00	716,675	50,00	719,204	50,00	730,423

Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 50-50		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 60-40		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 80-20	
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	794,404	-15,00	799,683	-15,00	809,243
-10,00	790,050	-10,00	795,357	-10,00	804,969
-5,00	785,682	-5,00	791,022	-5,00	800,692
0,00	781,300	0,00	786,674	0,00	796,408
5,00	776,896	5,00	782,307	5,00	792,114
10,00	772,467	10,00	777,920	10,00	787,803
15,00	768,010	15,00	773,504	15,00	783,474
20,00	763,520	20,00	769,060	20,00	779,117
25,00	758,989	25,00	764,582	25,00	774,733
30,00	754,418	30,00	760,059	30,00	770,315
35,00	749,796	35,00	755,493	35,00	765,855
40,00	745,118	40,00	750,870	40,00	761,350
45,00	740,378	45,00	746,188	45,00	756,791
50,00	735,569	50,00	741,443	50,00	752,171

Ethanol – Ottokraftstoff (Super, Sommerqualität)

Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 85-15		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 100-0		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 2,5-97,5	
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	811,677	-15,00	819,519	-15,00	770,732
-10,00	807,418	-10,00	815,298	-10,00	766,292
-5,00	803,153	-5,00	811,076	-5,00	761,823
0,00	798,884	0,00	806,853	0,00	757,320
5,00	794,607	5,00	802,626	5,00	752,840
10,00	790,316	10,00	798,389	10,00	748,351
15,00	786,005	15,00	794,144	15,00	743,805
20,00	781,673	20,00	789,878	20,00	739,236
25,00	777,310	25,00	785,591	25,00	734,651
30,00	772,919	30,00	781,274	30,00	730,036
35,00	768,488	35,00	776,927	35,00	725,399
40,00	764,012	40,00	772,539	40,00	720,715
45,00	759,485	45,00	768,108	45,00	715,984
50,00	754,898	50,00	763,622	50,00	711,207

Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 7,5-92,5		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge14 Probenflüssigkeit: Mischung 12,5-87,5	
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	773,534	-15,00	776,121
-10,00	769,106	-10,00	771,696
-5,00	764,661	-5,00	767,246
0,00	760,192	0,00	762,774
5,00	755,696	5,00	758,278
10,00	751,176	10,00	753,752
15,00	746,623	15,00	749,194
20,00	742,035	20,00	744,601
25,00	737,413	25,00	739,967
30,00	732,750	30,00	735,291
35,00	728,043	35,00	730,571
40,00	723,285	40,00	725,794
45,00	718,479	45,00	720,964
50,00	713,619	50,00	716,074

Ethanol – Ottokraftstoff (Super, Winterqualität)

Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 0-100		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 5-95		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 10-90	
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	760,728	-15,00	765,828	-15,00	768,472
-10,00	756,303	-10,00	761,386	-10,00	764,020
-5,00	751,861	-5,00	756,920	-5,00	759,550
0,00	747,399	0,00	752,432	0,00	755,053
5,00	742,919	5,00	747,921	5,00	750,530
10,00	738,418	10,00	743,381	10,00	745,978
15,00	733,896	15,00	738,809	15,00	741,394
20,00	729,348	20,00	734,204	20,00	736,772
25,00	724,771	25,00	729,561	25,00	732,113
30,00	720,168	30,00	724,879	30,00	727,406
35,00	715,533	35,00	720,153	35,00	722,656
40,00	710,865	40,00	715,379	40,00	717,850
45,00	706,160	45,00	710,558	45,00	712,992
50,00	701,413	50,00	705,682	50,00	708,071

Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 15-85		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 20-80		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 40-60	
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	771,446	-15,00	774,378	-15,00	784,237
-10,00	766,998	-10,00	769,938	-10,00	779,840
-5,00	762,530	-5,00	765,476	-5,00	775,424
0,00	758,037	0,00	760,992	0,00	770,990
5,00	753,517	5,00	756,478	5,00	766,531
10,00	748,966	10,00	751,933	10,00	762,044
15,00	744,382	15,00	747,357	15,00	757,524
20,00	739,760	20,00	742,740	20,00	752,968
25,00	735,095	25,00	738,082	25,00	748,370
30,00	730,385	30,00	733,376	30,00	743,727
35,00	725,627	35,00	728,621	35,00	739,027
40,00	720,811	40,00	723,806	40,00	734,271
45,00	715,936	45,00	718,930	45,00	729,451
50,00	710,997	50,00	713,986	50,00	724,557

Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 60-40		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 80-20a		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 85-15a	
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
-15,00	795,756	-15,00	807,195	-15,00	810,230
-10,00	791,418	-10,00	802,917	-10,00	805,966
-5,00	787,069	-5,00	798,636	-5,00	801,700
0,00	782,707	0,00	794,345	0,00	797,427
5,00	778,326	5,00	790,046	5,00	793,146
10,00	773,922	10,00	785,728	10,00	788,852
15,00	769,493	15,00	781,392	15,00	784,539
20,00	765,031	20,00	777,029	20,00	780,203
25,00	760,534	25,00	772,640	25,00	775,841
30,00	755,993	30,00	768,216	30,00	771,444
35,00	751,407	35,00	763,750	35,00	767,010
40,00	746,763	40,00	759,235	40,00	762,527
45,00	742,062	45,00	754,668	45,00	757,994
50,00	737,291	50,00	750,038	50,00	753,402

Ethanol – Ottokraftstoff (Super, Winterqualität)

Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 100-0		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 2,5-97,5		Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 7,5-92,5	
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
-15,00	819,323	-15,00	763,888	-15,00	766,535
-10,00	815,100	-10,00	759,423	-10,00	762,082
-5,00	810,878	-5,00	754,930	-5,00	757,611
0,00	806,656	0,00	750,431	0,00	753,115
5,00	802,430	5,00	745,918	5,00	748,594
10,00	798,196	10,00	741,386	10,00	744,043
15,00	793,948	15,00	736,832	15,00	739,460
20,00	789,682	20,00	732,245	20,00	734,840
25,00	785,396	25,00	727,626	25,00	730,181
30,00	781,083	30,00	722,969	30,00	725,482
35,00	776,737	35,00	718,241	35,00	720,736
40,00	772,352	40,00	713,486	40,00	715,939
45,00	767,920	45,00	708,711	45,00	711,091
50,00	763,437	50,00	703,896	50,00	706,181

Klasse: Ethanol-Superbenzin Charge: Charge13 Probenflüssigkeit: Mischung 12,5-87,5	
Temperatur °C	Dichte kg/m ³
-15,00	769,535
-10,00	765,085
-5,00	760,614
0,00	756,115
5,00	751,591
10,00	747,037
15,00	742,449
20,00	737,824
25,00	733,155
30,00	728,444
35,00	723,683
40,00	718,868
45,00	713,994
50,00	709,060

Rapsölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 5-95	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 10-90
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	820,308	50,00	822,080	50,00	823,837
45,00	823,781	45,00	825,560	45,00	827,325
40,00	827,256	40,00	829,043	40,00	830,814
35,00	830,728	35,00	832,522	35,00	834,302
30,00	834,200	30,00	836,002	30,00	837,787
25,00	837,670	25,00	839,479	25,00	841,274
20,00	841,140	20,00	842,958	20,00	844,761
15,00	844,613	15,00	846,438	15,00	848,250
10,00	848,086	10,00	849,920	10,00	851,740
5,00	851,564	5,00	853,407	5,00	855,235
0,00	855,046	0,00	856,898	0,00	858,734
-5,00	858,722	-5,00	860,596	-5,00	862,433
-10,00	862,783	-10,00	864,749	-10,00	866,603
-15,00	867,300	-15,00	869,311	-15,00	871,184

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 15-85	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 20-80	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 30-70
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	825,631	50,00	827,462	50,00	831,126
45,00	829,128	45,00	830,965	45,00	834,644
40,00	832,625	40,00	834,470	40,00	838,164
35,00	836,120	35,00	837,972	35,00	841,682
30,00	839,615	30,00	841,476	30,00	845,201
25,00	843,108	25,00	844,977	25,00	848,717
20,00	846,604	20,00	848,480	20,00	852,237
15,00	850,102	15,00	851,986	15,00	855,760
10,00	853,601	10,00	855,493	10,00	859,284
5,00	857,104	5,00	859,005	5,00	862,814
0,00	860,612	0,00	862,523	0,00	866,348
-5,00	864,318	-5,00	866,230	-5,00	870,062
-10,00	868,508	-10,00	870,442	-10,00	874,331
-15,00	873,095	-15,00	875,020	-15,00	878,914

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 40-60	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 60-40
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	834,841	50,00	838,590	50,00	842,386
45,00	838,372	45,00	842,137	45,00	845,946
40,00	841,905	40,00	845,685	40,00	849,509
35,00	845,438	35,00	849,233	35,00	853,071
30,00	848,971	30,00	852,782	30,00	856,634
25,00	852,504	25,00	856,329	25,00	860,198
20,00	856,039	20,00	859,879	20,00	863,764
15,00	859,577	15,00	863,433	15,00	867,333
10,00	863,118	10,00	866,992	10,00	870,908
5,00	866,664	5,00	870,555	5,00	874,488
0,00	870,216	0,00	874,124	0,00	878,075
-5,00	873,938	-5,00	877,851	-5,00	881,804
-10,00	878,242	-10,00	882,166	-10,00	886,112
-15,00	882,830	-15,00	886,787	-15,00	890,766

Rapsölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 70-30	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 80-20	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 90-10
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	846,221	50,00	850,072	50,00	853,971
45,00	849,795	45,00	853,660	45,00	857,571
40,00	853,372	40,00	857,249	40,00	861,175
35,00	856,949	35,00	860,840	35,00	864,780
30,00	860,526	30,00	864,432	30,00	868,388
25,00	864,103	25,00	868,026	25,00	871,994
20,00	867,685	20,00	871,622	20,00	875,608
15,00	871,273	15,00	875,224	15,00	879,225
10,00	874,861	10,00	878,831	10,00	882,847
5,00	878,459	5,00	882,444	5,00	886,478
0,00	882,063	0,00	886,065	0,00	890,115
-5,00	885,791	-5,00	889,795	-5,00	893,864
-10,00	890,090	-10,00	894,098	-10,00	898,203
-15,00	894,930	-15,00	899,138	-15,00	903,286

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 95-5	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 100-0	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 7-93
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	855,945	50,00	857,959	50,00	822,786
45,00	859,552	45,00	861,572	45,00	826,272
40,00	863,161	40,00	865,190	40,00	829,758
35,00	866,773	35,00	868,807	35,00	833,241
30,00	870,388	30,00	872,429	30,00	836,724
25,00	874,002	25,00	876,052	25,00	840,204
20,00	877,623	20,00	879,680	20,00	843,686
15,00	881,248	15,00	883,312	15,00	847,170
10,00	884,879	10,00	886,952	10,00	850,655
5,00	888,516	5,00	890,597	5,00	854,144
0,00	892,164	0,00	894,256	0,00	857,638
-5,00	895,945	-5,00	898,062	-5,00	861,332
-10,00	900,222	-10,00	902,406	-10,00	865,478
-15,00	906,188	-15,00	909,317	-15,00	870,054

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 2,5-97,5	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 7,5-92,5	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 12,5- 87,5
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	821,190	50,00	822,962	50,00	824,734
45,00	824,669	45,00	826,448	45,00	828,226
40,00	828,147	40,00	829,934	40,00	831,719
35,00	831,624	35,00	833,418	35,00	835,211
30,00	835,098	30,00	836,901	30,00	838,703
25,00	838,571	25,00	840,382	25,00	842,191
20,00	842,046	20,00	843,865	20,00	845,683
15,00	845,523	15,00	847,350	15,00	849,175
10,00	849,001	10,00	850,836	10,00	852,671
5,00	852,483	5,00	854,327	5,00	856,169
0,00	855,971	0,00	857,822	0,00	859,673
-5,00	859,663	-5,00	861,523	-5,00	863,376
-10,00	863,788	-10,00	865,688	-10,00	867,558
-15,00	868,327	-15,00	870,272	-15,00	872,145

Rapsölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 5-95	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 10-90
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	798,047	50,00	800,956	50,00	803,863
45,00	801,574	45,00	804,487	45,00	807,399
40,00	805,099	40,00	808,016	40,00	810,935
35,00	808,620	35,00	811,543	35,00	814,465
30,00	812,139	30,00	815,067	30,00	817,995
25,00	815,654	25,00	818,586	25,00	821,520
20,00	819,168	20,00	822,106	20,00	825,044
15,00	822,681	15,00	825,625	15,00	828,570
10,00	826,194	10,00	829,144	10,00	832,094
5,00	829,709	5,00	832,664	5,00	835,621
0,00	833,226	0,00	836,187	0,00	839,151
-5,00	836,750	-5,00	839,719	-5,00	842,689
-10,00	840,962	-10,00	843,943	-10,00	846,923
-15,00	845,403	-15,00	848,375	-15,00	851,345

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 15-85	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 20-80	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 30-70
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	806,790	50,00	809,732	50,00	815,688
45,00	810,330	45,00	813,275	45,00	819,241
40,00	813,870	40,00	816,818	40,00	822,794
35,00	817,405	35,00	820,360	35,00	826,346
30,00	820,940	30,00	823,900	30,00	829,896
25,00	824,470	25,00	827,436	25,00	833,444
20,00	828,001	20,00	830,974	20,00	836,992
15,00	831,533	15,00	834,511	15,00	840,542
10,00	835,064	10,00	838,049	10,00	844,092
5,00	838,598	5,00	841,588	5,00	847,645
0,00	842,135	0,00	845,133	0,00	851,202
-5,00	845,680	-5,00	848,683	-5,00	854,769
-10,00	849,927	-10,00	852,941	-10,00	859,032
-15,00	854,337	-15,00	857,342	-15,00	863,434

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 40-60	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 60-40
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	821,643	50,00	827,670	50,00	833,744
45,00	825,205	45,00	831,241	45,00	837,323
40,00	828,767	40,00	834,813	40,00	840,904
35,00	832,329	35,00	838,385	35,00	844,486
30,00	835,889	30,00	841,956	30,00	848,067
25,00	839,448	25,00	845,526	25,00	851,647
20,00	843,007	20,00	849,096	20,00	855,230
15,00	846,570	15,00	852,670	15,00	858,817
10,00	850,133	10,00	856,247	10,00	862,405
5,00	853,700	5,00	859,827	5,00	865,998
0,00	857,271	0,00	863,413	0,00	869,599
-5,00	860,852	-5,00	867,010	-5,00	873,211
-10,00	865,113	-10,00	871,260	-10,00	877,454
-15,00	869,546	-15,00	875,772	-15,00	882,040

Rapsölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 70-30	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 80-20	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 90-10
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
50,00	839,867	50,00	845,976	50,00	852,142
45,00	843,455	45,00	849,574	45,00	855,748
40,00	847,047	40,00	853,174	40,00	859,358
35,00	850,637	35,00	856,775	35,00	862,967
30,00	854,229	30,00	860,377	30,00	866,578
25,00	857,820	25,00	863,979	25,00	870,190
20,00	861,415	20,00	867,584	20,00	873,808
15,00	865,012	15,00	871,196	15,00	877,430
10,00	868,616	10,00	874,809	10,00	881,059
5,00	872,222	5,00	878,429	5,00	884,697
0,00	875,836	0,00	882,057	0,00	888,342
-5,00	879,464	-5,00	885,699	-5,00	892,004
-10,00	883,711	-10,00	889,986	-10,00	896,392
-15,00	888,371	-15,00	894,704	-15,00	901,596

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 95-05	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 100-0	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 7-93
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
50,00	855,266	50,00	858,210	50,00	802,117
45,00	858,877	45,00	861,825	45,00	805,651
40,00	862,492	40,00	865,443	40,00	809,182
35,00	866,106	35,00	869,062	35,00	812,710
30,00	869,725	30,00	872,683	30,00	816,237
25,00	873,343	25,00	876,308	25,00	819,759
20,00	876,967	20,00	879,936	20,00	823,280
15,00	880,595	15,00	883,570	15,00	826,801
10,00	884,229	10,00	887,208	10,00	830,323
5,00	887,869	5,00	890,854	5,00	833,845
0,00	891,519	0,00	894,512	0,00	837,371
-5,00	895,196	-5,00	898,314	-5,00	840,905
-10,00	899,595	-10,00	902,660	-10,00	845,133
-15,00	905,711	-15,00	909,574	-15,00	849,560

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 2,5-97,5	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 12,5- 87,5
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
50,00	799,499	50,00	805,322
45,00	803,029	45,00	808,859
40,00	806,556	40,00	812,396
35,00	810,079	35,00	815,931
30,00	813,601	30,00	819,462
25,00	817,117	25,00	822,989
20,00	820,635	20,00	826,517
15,00	824,150	15,00	830,046
10,00	827,666	10,00	833,574
5,00	831,183	5,00	837,104
0,00	834,703	0,00	840,637
-5,00	838,230	-5,00	844,179
-10,00	842,453	-10,00	848,419
-15,00	846,883	-15,00	852,837

Sojaölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 5-95	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 10-90
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	820,308	50,00	822,148	50,00	824,019
45,00	823,781	45,00	825,631	45,00	827,510
40,00	827,256	40,00	829,114	40,00	831,001
35,00	830,728	35,00	832,595	35,00	834,490
30,00	834,200	30,00	836,074	30,00	837,979
25,00	837,670	25,00	839,552	25,00	841,466
20,00	841,140	20,00	843,033	20,00	844,955
15,00	844,613	15,00	846,515	15,00	848,445
10,00	848,086	10,00	849,998	10,00	851,937
5,00	851,564	5,00	853,484	5,00	855,434
0,00	855,046	0,00	856,975	0,00	858,934
-5,00	858,722	-5,00	860,661	-5,00	862,625
-10,00	862,783	-10,00	864,815	-10,00	866,864
-15,00	867,300	-15,00	869,471	-15,00	871,647

Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 15-85	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 20-80	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 30-70
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	825,900	50,00	827,801	50,00	831,651
45,00	829,400	45,00	831,309	45,00	835,174
40,00	832,899	40,00	834,818	40,00	838,700
35,00	836,397	35,00	838,324	35,00	842,222
30,00	839,894	30,00	841,830	30,00	845,747
25,00	843,391	25,00	845,335	25,00	849,269
20,00	846,888	20,00	848,841	20,00	852,793
15,00	850,387	15,00	852,349	15,00	856,320
10,00	853,889	10,00	855,861	10,00	859,848
5,00	857,394	5,00	859,376	5,00	863,383
0,00	860,904	0,00	862,894	0,00	866,920
-5,00	864,601	-5,00	866,592	-5,00	870,635
-10,00	868,926	-10,00	871,013	-10,00	875,232
-15,00	873,818	-15,00	875,990	-15,00	880,877

Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 40-60	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 60-40
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	835,559	50,00	839,510	50,00	843,503
45,00	839,097	45,00	843,064	45,00	847,071
40,00	842,638	40,00	846,620	40,00	850,644
35,00	846,177	35,00	850,175	35,00	854,216
30,00	849,717	30,00	853,733	30,00	857,790
25,00	853,257	25,00	857,289	25,00	861,362
20,00	856,799	20,00	860,848	20,00	864,938
15,00	860,343	15,00	864,408	15,00	868,515
10,00	863,889	10,00	867,974	10,00	872,099
5,00	867,441	5,00	871,543	5,00	875,686
0,00	870,998	0,00	875,119	0,00	879,279
-5,00	874,725	-5,00	878,688	-5,00	883,080
-10,00	879,578	-10,00	884,424	-10,00	889,205
-15,00	885,462	-15,00	890,018	-15,00	896,309

Sojaölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 70-30	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 80-20	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 90-10
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
50,00	847,543	50,00	851,620	50,00	855,746
45,00	851,129	45,00	855,219	45,00	859,360
40,00	854,716	40,00	858,822	40,00	862,977
35,00	858,305	35,00	862,427	35,00	866,597
30,00	861,894	30,00	866,031	30,00	870,218
25,00	865,484	25,00	869,638	25,00	873,840
20,00	869,077	20,00	873,246	20,00	877,465
15,00	872,673	15,00	876,859	15,00	881,095
10,00	876,271	10,00	880,476	10,00	884,729
5,00	879,876	5,00	884,100	5,00	888,371
0,00	883,489	0,00	887,730	0,00	892,019
-5,00	887,406	-5,00	892,352	-5,00	897,930
-10,00	894,141	-10,00	901,997	-10,00	908,482
-15,00	902,057	-15,00	908,195	-15,00	914,245

Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 95-5	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 100-0	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 7-93
Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³	Temperatur °C	Dichte kg/m ³
50,00	857,821	50,00	859,832	50,00	822,891
45,00	861,444	45,00	863,461	45,00	826,378
40,00	865,070	40,00	867,094	40,00	829,863
35,00	868,697	35,00	870,728	35,00	833,348
30,00	872,326	30,00	874,364	30,00	836,831
25,00	875,955	25,00	878,002	25,00	840,313
20,00	879,589	20,00	881,645	20,00	843,796
15,00	883,226	15,00	885,292	15,00	847,281
10,00	886,869	10,00	888,945	10,00	850,766
5,00	890,519	5,00	892,603	5,00	854,258
0,00	894,177	0,00	896,270	0,00	857,751
-5,00	902,523	-5,00	907,446	-5,00	861,440
-10,00	911,439	-10,00	910,464	-10,00	865,624
-15,00	917,155	-15,00	909,742	-15,00	870,325

Sojaölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 05-95	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 10-90
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	798,078	50,00	801,049	50,00	804,043
45,00	801,603	45,00	804,581	45,00	807,580
40,00	805,128	40,00	808,112	40,00	811,117
35,00	808,649	35,00	811,639	35,00	814,649
30,00	812,168	30,00	815,163	30,00	818,180
25,00	815,682	25,00	818,683	25,00	821,707
20,00	819,196	20,00	822,204	20,00	825,233
15,00	822,708	15,00	825,725	15,00	828,761
10,00	826,221	10,00	829,244	10,00	832,288
5,00	829,736	5,00	832,766	5,00	835,816
0,00	833,253	0,00	836,290	0,00	839,349
-5,00	836,776	-5,00	839,822	-5,00	842,891
-10,00	840,991	-10,00	844,070	-10,00	847,177
-15,00	845,429	-15,00	848,548	-15,00	851,710

Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 15-85	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 20-80	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 30-70
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	807,056	50,00	810,089	50,00	816,201
45,00	810,598	45,00	813,636	45,00	819,760
40,00	814,140	40,00	817,184	40,00	823,319
35,00	817,678	35,00	820,729	35,00	826,875
30,00	821,215	30,00	824,272	30,00	830,429
25,00	824,749	25,00	827,810	25,00	833,983
20,00	828,284	20,00	831,351	20,00	837,536
15,00	831,816	15,00	834,892	15,00	841,090
10,00	835,350	10,00	838,433	10,00	844,646
5,00	838,885	5,00	841,977	5,00	848,204
0,00	842,426	0,00	845,524	0,00	851,767
-5,00	845,978	-5,00	849,088	-5,00	855,346
-10,00	850,302	-10,00	853,451	-10,00	859,805
-15,00	854,921	-15,00	858,199	-15,00	865,065

Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 40-60	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 60-40
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	822,374	50,00	828,623	50,00	834,886
45,00	825,943	45,00	832,203	45,00	838,477
40,00	829,513	40,00	835,785	40,00	842,070
35,00	833,080	35,00	839,366	35,00	845,661
30,00	836,648	30,00	842,947	30,00	849,253
25,00	840,213	25,00	846,527	25,00	852,844
20,00	843,780	20,00	850,108	20,00	856,439
15,00	847,348	15,00	853,691	15,00	860,035
10,00	850,918	10,00	857,276	10,00	863,633
5,00	854,491	5,00	860,864	5,00	867,236
0,00	858,068	0,00	864,460	0,00	870,845
-5,00	861,666	-5,00	868,070	-5,00	874,472
-10,00	866,318	-10,00	873,186	-10,00	880,666
-15,00	872,540	-15,00	880,056	-15,00	888,274

Sojaölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 02	Charge	Charge 02	Charge	Charge 02
Mischung	Mischung 70-30	Mischung	Mischung 80-20	Mischung	Mischung 90-10
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	841,202	50,00	847,561	50,00	853,946
45,00	844,804	45,00	851,171	45,00	857,567
40,00	848,406	40,00	854,783	40,00	861,190
35,00	852,008	35,00	858,398	35,00	864,815
30,00	855,612	30,00	862,012	30,00	868,441
25,00	859,215	25,00	865,627	25,00	872,069
20,00	862,820	20,00	869,245	20,00	875,699
15,00	866,430	15,00	872,867	15,00	879,335
10,00	870,040	10,00	876,494	10,00	882,973
5,00	873,659	5,00	880,126	5,00	886,619
0,00	877,283	0,00	883,765	0,00	890,271
-5,00	881,177	-5,00	888,040	-5,00	896,011
-10,00	888,539	-10,00	897,925	-10,00	906,540
-15,00	896,273	-15,00	903,796	-15,00	908,565

Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 02	Charge	Charge 02	Charge	Charge 02
Mischung	Mischung 95-05	Mischung	Mischung 100-0	Mischung	Mischung 07-93
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	857,153	50,00	860,206	50,00	802,241
45,00	860,778	45,00	863,836	45,00	805,775
40,00	864,407	40,00	867,471	40,00	809,306
35,00	868,037	35,00	871,105	35,00	812,837
30,00	871,670	30,00	874,743	30,00	816,364
25,00	875,302	25,00	878,381	25,00	819,887
20,00	878,939	20,00	882,023	20,00	823,410
15,00	882,582	15,00	885,671	15,00	826,932
10,00	886,228	10,00	889,323	10,00	830,455
5,00	889,881	5,00	892,984	5,00	833,980
0,00	893,543	0,00	896,653	0,00	837,508
-5,00	901,959	-5,00	907,777	-5,00	841,044
-10,00	910,755	-10,00	915,056	-10,00	845,306
-15,00	916,436	-15,00	920,334	-15,00	849,805

Palmölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 10-90	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 20-80
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	820,321	50,00	823,150	50,00	826,036
45,00	823,796	45,00	826,640	45,00	829,546
40,00	827,270	40,00	830,132	40,00	833,054
35,00	830,743	35,00	833,622	35,00	836,563
30,00	834,214	30,00	837,108	30,00	840,070
25,00	837,684	25,00	840,600	25,00	843,577
20,00	841,155	20,00	844,089	20,00	847,086
15,00	844,626	15,00	847,583	15,00	850,596
10,00	848,100	10,00	851,078	10,00	854,119
5,00	851,578	5,00	854,590	5,00	857,672
0,00	855,060	0,00	858,108	0,00	861,221
-5,00	858,707	-5,00	861,706	-5,00	864,827
-10,00	862,767	-10,00	866,325	-10,00	873,266
-15,00	867,286	-15,00	872,229	-15,00	873,943

Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 40-60	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 60-40
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	831,953	50,00	834,969	50,00	838,027
45,00	835,496	45,00	838,529	45,00	841,606
40,00	839,042	40,00	842,092	40,00	845,186
35,00	842,586	35,00	845,654	35,00	848,765
30,00	846,130	30,00	849,217	30,00	852,347
25,00	849,674	25,00	852,779	25,00	855,928
20,00	853,222	20,00	856,346	20,00	859,514
15,00	856,771	15,00	859,917	15,00	863,105
10,00	860,349	10,00	863,523	10,00	866,755
5,00	864,000	5,00	867,228	5,00	883,026
0,00	867,611	0,00	884,762	0,00	895,094
-5,00	877,030	-5,00	884,189	-5,00	902,500
-10,00	875,425	-10,00	881,063	-10,00	908,357
-15,00	874,636	-15,00	879,590	-15,00	912,917

Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 80-20	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 90-10	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 100-0
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	844,230	50,00	847,376	50,00	850,522
45,00	847,843	45,00	851,006	45,00	854,171
40,00	851,458	40,00	854,641	40,00	857,823
35,00	855,075	35,00	858,277	35,00	861,478
30,00	858,695	30,00	861,916	30,00	865,138
25,00	862,316	25,00	865,557	25,00	868,799
20,00	865,942	20,00	869,204	20,00	872,470
15,00	869,575	15,00	872,859	15,00	876,148
10,00	888,819	10,00	898,862	10,00	892,887
5,00	902,019	5,00	890,699	5,00	887,337
0,00	902,100	0,00	886,781	0,00	884,504
-5,00	899,473	-5,00	884,619	-5,00	883,188
-10,00	897,429	-10,00	883,372	-10,00	882,967
-15,00	896,419	-15,00	883,468	-15,00	882,939

Palmölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 10-90	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 20-80
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	798,132	50,00	803,288	50,00	808,357
45,00	801,669	45,00	806,835	45,00	811,913
40,00	805,205	40,00	810,380	40,00	815,470
35,00	808,739	35,00	813,922	35,00	819,024
30,00	812,271	30,00	817,463	30,00	822,577
25,00	815,801	25,00	821,000	25,00	826,126
20,00	819,332	20,00	824,536	20,00	829,674
15,00	822,862	15,00	828,074	15,00	833,223
10,00	826,393	10,00	831,611	10,00	836,774
5,00	829,924	5,00	835,150	5,00	840,341
0,00	833,456	0,00	838,698	0,00	843,931
-5,00	836,996	-5,00	842,260	-5,00	847,512
-10,00	841,259	-10,00	846,652	-10,00	853,197
-15,00	845,731	-15,00	852,187	-15,00	862,764

Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 40-60	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 60-40
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	818,702	50,00	823,927	50,00	828,982
45,00	822,280	45,00	827,515	45,00	832,596
40,00	825,858	40,00	831,104	40,00	836,090
35,00	829,434	35,00	834,693	35,00	839,958
30,00	833,010	30,00	838,280	30,00	843,559
25,00	836,584	25,00	841,867	25,00	847,159
20,00	840,159	20,00	845,456	20,00	850,762
15,00	843,734	15,00	849,046	15,00	854,370
10,00	847,313	10,00	852,640	10,00	857,983
5,00	850,981	5,00	856,361	5,00	861,773
0,00	854,618	0,00	873,827	0,00	882,856
-5,00	870,564	-5,00	882,605	-5,00	884,269
-10,00	876,160	-10,00	888,976	-10,00	882,546
-15,00	875,550	-15,00	894,226	-15,00	880,899

Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 80-20	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 90-10	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 100-0
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	839,777	50,00	845,140	50,00	850,449
45,00	843,401	45,00	848,775	45,00	854,096
40,00	847,026	40,00	852,415	40,00	857,749
35,00	850,654	35,00	856,056	35,00	861,405
30,00	854,282	30,00	859,700	30,00	865,062
25,00	857,912	25,00	863,344	25,00	868,723
20,00	861,545	20,00	866,996	20,00	872,392
15,00	865,186	15,00	870,654	15,00	876,070
10,00	868,954	10,00	896,601	10,00	888,747
5,00	887,519	5,00	899,193	5,00	883,444
0,00	883,835	0,00	894,228	0,00	880,946
-5,00	881,822	-5,00	891,630	-5,00	880,085
-10,00	880,545	-10,00	890,210	-10,00	879,972
-15,00	880,158	-15,00	889,528	-15,00	879,725

Kokosölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 05-95	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 10-90
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	820,304	50,00	821,383	50,00	822,540
45,00	823,779	45,00	824,879	45,00	826,057
40,00	827,253	40,00	828,375	40,00	829,573
35,00	830,725	35,00	831,869	35,00	833,087
30,00	834,198	30,00	835,363	30,00	836,601
25,00	837,667	25,00	838,854	25,00	840,114
20,00	841,137	20,00	842,347	20,00	843,625
15,00	844,610	15,00	845,839	15,00	847,141
10,00	848,085	10,00	849,336	10,00	850,658
5,00	851,564	5,00	852,834	5,00	854,178
0,00	855,047	0,00	856,336	0,00	857,701
-5,00	858,708	-5,00	859,975	-5,00	861,306
-10,00	862,760	-10,00	864,009	-10,00	865,322
-15,00	867,275	-15,00	868,458	-15,00	869,690

Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 15-85	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 20-80	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 40-60
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	823,688	50,00	824,867	50,00	829,735
45,00	827,226	45,00	828,428	45,00	833,378
40,00	830,763	40,00	831,987	40,00	837,022
35,00	834,301	35,00	835,546	35,00	840,663
30,00	837,835	30,00	839,102	30,00	844,305
25,00	841,369	25,00	842,655	25,00	847,943
20,00	844,904	20,00	846,211	20,00	851,583
15,00	848,437	15,00	849,767	15,00	855,224
10,00	851,975	10,00	853,324	10,00	858,868
5,00	855,514	5,00	856,886	5,00	862,514
0,00	859,059	0,00	860,451	0,00	866,165
-5,00	862,623	-5,00	864,025	-5,00	869,825
-10,00	866,669	-10,00	868,108	-10,00	873,780
-15,00	871,040	-15,00	872,414	-15,00	877,937

Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 60-40	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 80-20	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 90-10
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	834,838	50,00	840,122	50,00	842,850
45,00	838,566	45,00	843,932	45,00	846,703
40,00	842,294	40,00	847,743	40,00	850,557
35,00	846,019	35,00	851,553	35,00	854,410
30,00	849,745	30,00	855,366	30,00	858,262
25,00	853,468	25,00	859,181	25,00	862,114
20,00	857,194	20,00	862,999	20,00	865,971
15,00	860,921	15,00	866,819	15,00	869,833
10,00	864,652	10,00	870,640	10,00	873,700
5,00	868,389	5,00	874,469	5,00	877,577
0,00	872,130	0,00	878,306	0,00	881,466
-5,00	875,880	-5,00	882,156	-5,00	885,368
-10,00	879,723	-10,00	896,399	-10,00	906,281
-15,00	915,872	-15,00	895,455	-15,00	896,743

Kokosölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse	Kokosmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Kokosmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Kokosmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 02	Charge	Charge 02	Charge	Charge 02
Mischung	Mischung 95-05	Mischung	Mischung 100-0	Mischung	Mischung 07-93
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	844,223	50,00	845,595	50,00	821,865
45,00	848,097	45,00	849,489	45,00	825,369
40,00	851,972	40,00	853,385	40,00	828,874
35,00	855,847	35,00	857,281	35,00	832,377
30,00	859,721	30,00	861,177	30,00	835,877
25,00	863,596	25,00	865,074	25,00	839,378
20,00	867,475	20,00	868,975	20,00	842,877
15,00	871,361	15,00	872,882	15,00	846,379
10,00	875,250	10,00	876,796	10,00	849,883
5,00	879,153	5,00	880,724	5,00	853,390
0,00	883,067	0,00	884,666	0,00	856,901
-5,00	886,998	-5,00	888,628	-5,00	860,526
-10,00	891,338	-10,00	874,291	-10,00	864,554
-15,00	886,341	-15,00	872,940	-15,00	868,974

Kokosölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 05-95	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 10-90
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	797,936	50,00	800,234	50,00	802,484
45,00	801,476	45,00	803,786	45,00	806,058
40,00	805,016	40,00	807,337	40,00	809,627
35,00	808,552	35,00	810,885	35,00	813,195
30,00	812,089	30,00	814,431	30,00	816,760
25,00	815,624	25,00	817,973	25,00	820,321
20,00	819,159	20,00	821,514	20,00	823,880
15,00	822,694	15,00	825,055	15,00	827,439
10,00	826,228	10,00	828,596	10,00	830,998
5,00	829,763	5,00	832,139	5,00	834,559
0,00	833,299	0,00	835,683	0,00	838,121
-5,00	836,843	-5,00	839,234	-5,00	841,690
-10,00	841,102	-10,00	843,405	-10,00	845,794
-15,00	845,570	-15,00	847,785	-15,00	850,123

Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 15-85	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 20-80	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 40-60
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	804,742	50,00	807,015	50,00	816,328
45,00	808,334	45,00	810,623	45,00	820,009
40,00	811,924	40,00	814,234	40,00	823,689
35,00	815,508	35,00	817,838	35,00	827,365
30,00	819,091	30,00	821,440	30,00	831,039
25,00	822,668	25,00	825,040	25,00	834,710
20,00	826,247	20,00	828,638	20,00	838,380
15,00	829,824	15,00	832,234	15,00	842,050
10,00	833,400	10,00	835,830	10,00	845,722
5,00	836,978	5,00	839,428	5,00	849,394
0,00	840,558	0,00	843,028	0,00	853,070
-5,00	844,145	-5,00	846,635	-5,00	856,753
-10,00	848,171	-10,00	850,588	-10,00	860,448
-15,00	852,505	-15,00	854,956	-15,00	864,821

Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 60-40	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 80-20	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 90-10
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	825,883	50,00	835,651	50,00	840,604
45,00	829,635	45,00	839,475	45,00	844,464
40,00	833,388	40,00	843,298	40,00	848,324
35,00	837,137	35,00	847,119	35,00	852,182
30,00	840,885	30,00	850,940	30,00	856,040
25,00	844,629	25,00	854,758	25,00	859,898
20,00	848,374	20,00	858,581	20,00	863,759
15,00	852,122	15,00	862,405	15,00	867,625
10,00	855,870	10,00	866,235	10,00	871,496
5,00	859,622	5,00	870,072	5,00	875,376
0,00	863,380	0,00	873,916	0,00	879,268
-5,00	867,146	-5,00	877,773	-5,00	883,176
-10,00	870,922	-10,00	881,646	-10,00	906,050
-15,00	909,764	-15,00	898,545	-15,00	893,233

Kokosölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse	Kokosmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Kokosmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Kokosmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 01	Charge	Charge 01	Charge	Charge 01
Mischung	Mischung 95-05	Mischung	Mischung 100-0	Mischung	Mischung 07-93
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	843,102	50,00	845,605	50,00	801,126
45,00	846,979	45,00	849,500	45,00	804,686
40,00	850,857	40,00	853,395	40,00	808,248
35,00	854,734	35,00	857,291	35,00	811,803
30,00	858,611	30,00	861,188	30,00	815,358
25,00	862,489	25,00	865,083	25,00	818,907
20,00	866,371	20,00	868,984	20,00	822,458
15,00	870,256	15,00	872,892	15,00	826,008
10,00	874,150	10,00	876,806	10,00	829,557
5,00	878,055	5,00	880,733	5,00	833,109
0,00	881,970	0,00	884,674	0,00	836,661
-5,00	885,904	-5,00	888,635	-5,00	840,221
-10,00	886,633	-10,00	875,903	-10,00	844,367
-15,00	880,993	-15,00	871,939	-15,00	848,723

Rapsölmethylester – Heizöl EL

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Heizöl Charge 03 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Heizöl Charge 03 Mischung 05-95	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Heizöl Charge 03 Mischung 10-90
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	810,566	50,00	812,857	50,00	815,190
45,00	814,055	45,00	816,354	45,00	818,693
40,00	817,544	40,00	819,850	40,00	822,195
35,00	821,031	35,00	823,344	35,00	825,697
30,00	824,515	30,00	826,836	30,00	829,197
25,00	827,997	25,00	830,326	25,00	832,694
20,00	831,481	20,00	833,816	20,00	836,192
15,00	834,965	15,00	837,308	15,00	839,691
10,00	838,450	10,00	840,802	10,00	843,193
5,00	841,938	5,00	844,296	5,00	846,698
0,00	845,429	0,00	847,796	0,00	850,206
-5,00	848,928	-5,00	851,304	-5,00	853,723
-10,00	853,376	-10,00	855,756	-10,00	858,175
-15,00	857,805	-15,00	860,237	-15,00	862,719

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Heizöl Charge 03 Mischung 20-80	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Heizöl Charge 03 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Heizöl Charge 03 Mischung 100-0
Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³	Temperatur °C	Dichte kg/m³
50,00	819,891	50,00	834,404	50,00	859,165
45,00	823,407	45,00	837,959	45,00	862,783
40,00	826,925	40,00	841,518	40,00	866,403
35,00	830,440	35,00	845,074	35,00	870,026
30,00	833,954	30,00	848,632	30,00	873,651
25,00	837,468	25,00	852,186	25,00	877,278
20,00	840,981	20,00	855,744	20,00	880,908
15,00	844,498	15,00	859,306	15,00	884,545
10,00	848,014	10,00	862,873	10,00	888,188
5,00	851,535	5,00	866,443	5,00	891,839
0,00	855,061	0,00	870,018	0,00	895,499
-5,00	858,597	-5,00	873,609	-5,00	899,247
-10,00	863,046	-10,00	878,094	-10,00	903,618
-15,00	867,609	-15,00	882,700	-15,00	910,376

Viskosität der Regionalproben

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 95, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-02	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-03
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,990	-25,00	0,934	-25,00	0,892
-20,00	0,981	-20,00	0,928	-20,00	0,890
-15,00	0,875	-15,00	0,830	-15,00	0,796
-10,00	0,825	-10,00	0,784	-10,00	0,753
-5,00	0,779	-5,00	0,743	-5,00	0,714
0,00	0,736	0,00	0,704	0,00	0,677
5,00	0,698	5,00	0,670	5,00	0,644
10,00	0,662	10,00	0,637	10,00	0,612
15,00	0,629	15,00	0,606	15,00	0,583
20,00	0,548	20,00	0,525	20,00	0,502
25,00	0,571	25,00	0,550	25,00	0,531
30,00	0,543	30,00	0,524	30,00	0,494
35,00	0,503	35,00	0,501	35,00	0,467
40,00	0,484	40,00	0,466	40,00	0,411
45,00	0,436	45,00	0,446	45,00	0,421
50,00	0,406	50,00	0,380	50,00	0,403

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-04	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-06
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	1,015	-25,00	1,029	-25,00	0,973
-20,00	1,005	-20,00	1,018	-20,00	0,966
-15,00	0,896	-15,00	0,907	-15,00	0,862
-10,00	0,844	-10,00	0,855	-10,00	0,813
-5,00	0,796	-5,00	0,807	-5,00	0,769
0,00	0,754	0,00	0,763	0,00	0,728
5,00	0,714	5,00	0,722	5,00	0,690
10,00	0,677	10,00	0,685	10,00	0,654
15,00	0,643	15,00	0,650	15,00	0,622
20,00	0,562	20,00	0,571	20,00	0,541
25,00	0,581	25,00	0,589	25,00	0,564
30,00	0,554	30,00	0,561	30,00	0,538
35,00	0,528	35,00	0,520	35,00	0,514
40,00	0,493	40,00	0,497	40,00	0,491
45,00	0,469	45,00	0,439	45,00	0,408
50,00	0,530				

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 95, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-07	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-10
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,992	-25,00	0,942	-25,00	0,966
-20,00	0,984	-20,00	0,936	-20,00	0,959
-15,00	0,878	-15,00	0,836	-15,00	0,856
-10,00	0,833	-10,00	0,790	-10,00	0,808
-5,00	0,783	-5,00	0,747	-5,00	0,764
0,00	0,742	0,00	0,707	0,00	0,723
5,00	0,704	5,00	0,672	5,00	0,686
10,00	0,668	10,00	0,638	10,00	0,651
15,00	0,635	15,00	0,607	15,00	0,620
20,00	0,553	20,00	0,525	20,00	0,537
25,00	0,575	25,00	0,551	25,00	0,562
30,00	0,548	30,00	0,525	30,00	0,536
35,00	0,523	35,00	0,501	35,00	0,512
40,00	0,489	40,00	0,479	40,00	0,477
45,00	0,423	45,00	0,409	45,00	0,438

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-11	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-12	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-13
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,980	-25,00	1,037	-25,00	0,986
-20,00	0,972	-20,00	1,024	-20,00	0,977
-15,00	0,867	-15,00	0,912	-15,00	0,871
-10,00	0,818	-10,00	0,858	-10,00	0,822
-5,00	0,773	-5,00	0,809	-5,00	0,776
0,00	0,731	0,00	0,764	0,00	0,733
5,00	0,693	5,00	0,723	5,00	0,695
10,00	0,658	10,00	0,685	10,00	0,659
15,00	0,625	15,00	0,650	15,00	0,626
20,00	0,544	20,00	0,570	20,00	0,544
25,00	0,566	25,00	0,588	25,00	0,567
30,00	0,540	30,00	0,560	30,00	0,541
35,00	0,516	35,00	0,534	35,00	0,500
40,00	0,481	40,00	0,500	40,00	0,481
45,00	0,404	45,00	0,470	45,00	0,507

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 95, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung		Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-14	Klasse Charge Mischung		Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-15	Klasse Charge Mischung		Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-16
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s		Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s		Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	
-25,00	1,035		-25,00	1,006		-25,00	0,985	
-20,00	1,024		-20,00	0,996		-20,00	0,976	
-15,00	0,913		-15,00	0,888		-15,00	0,871	
-10,00	0,860		-10,00	0,837		-10,00	0,822	
-5,00	0,811		-5,00	0,790		-5,00	0,777	
0,00	0,766		0,00	0,748		0,00	0,735	
5,00	0,726		5,00	0,708		5,00	0,697	
10,00	0,688		10,00	0,672		10,00	0,662	
15,00	0,653		15,00	0,638		15,00	0,629	
20,00	0,572		20,00	0,557		20,00	0,547	
25,00	0,591		25,00	0,578		25,00	0,569	
30,00	0,563		30,00	0,551		30,00	0,543	
35,00	0,522		35,00	0,523		35,00	0,501	
40,00	0,490		40,00	0,491		40,00	0,477	
45,00	0,435		45,00	0,453				

Klasse Charge Mischung		Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-17	Klasse Charge Mischung		Regionalproben Superbenzin OK95 SOK95-18
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s		Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	
-25,00	0,975		-25,00	0,979	
-20,00	0,969		-20,00	0,971	
-15,00	0,865		-15,00	0,867	
-10,00	0,817		-10,00	0,817	
-5,00	0,772		-5,00	0,756	
0,00	0,731		0,00	0,715	
5,00	0,693		5,00	0,676	
10,00	0,659		10,00	0,647	
15,00	0,620		15,00	0,604	
20,00	0,529		20,00	0,529	
25,00	0,552		25,00	0,557	
30,00	0,523		30,00	0,522	
35,00	0,502		35,00	0,499	
40,00	0,438		40,00	0,470	

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 95, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-03	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-04
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	1,082	-25,00	0,840	-25,00	0,963
-20,00	1,065	-20,00	0,842	-20,00	0,956
-15,00	0,947	-15,00	0,754	-15,00	0,854
-10,00	0,890	-10,00	0,715	-10,00	0,806
-5,00	0,839	-5,00	0,679	-5,00	0,763
0,00	0,792	0,00	0,646	0,00	0,722
5,00	0,749	5,00	0,615	5,00	0,685
10,00	0,709	10,00	0,586	10,00	0,650
15,00	0,672	15,00	0,559	15,00	0,618
20,00	0,591	20,00	0,477	20,00	0,537
25,00	0,597	25,00	0,510	25,00	0,560
30,00	0,557	30,00	0,471	30,00	0,514

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-06	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-07
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,856	-25,00	0,892	-25,00	0,878
-20,00	0,857	-20,00	0,892	-20,00	0,877
-15,00	0,767	-15,00	0,796	-15,00	0,785
-10,00	0,727	-10,00	0,753	-10,00	0,744
-5,00	0,691	-5,00	0,714	-5,00	0,706
0,00	0,656	0,00	0,679	0,00	0,671
5,00	0,625	5,00	0,644	5,00	0,638
10,00	0,595	10,00	0,612	10,00	0,608
15,00	0,567	15,00	0,583	15,00	0,579
20,00	0,484	20,00	0,501	20,00	0,496
25,00	0,516	25,00	0,531	25,00	0,528
30,00	0,495	30,00	0,507	30,00	0,487

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-10	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-11
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,855	-25,00	0,876	-25,00	0,951
-20,00	0,856	-20,00	0,875	-20,00	0,947
-15,00	0,766	-15,00	0,783	-15,00	0,846
-10,00	0,726	-10,00	0,742	-10,00	0,799
-5,00	0,689	-5,00	0,704	-5,00	0,756
0,00	0,654	0,00	0,669	0,00	0,716
5,00	0,622	5,00	0,636	5,00	0,679
10,00	0,592	10,00	0,605	10,00	0,644
15,00	0,564	15,00	0,576	15,00	0,613
20,00	0,481	20,00	0,493	20,00	0,530
25,00	0,515	25,00	0,525	25,00	0,557
30,00	0,474	30,00	0,502	30,00	0,512

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 95, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-12	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-13	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-14
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,986	-25,00	0,939	-25,00	0,909
-20,00	0,978	-20,00	0,934	-20,00	0,912
-15,00	0,872	-15,00	0,834	-15,00	0,814
-10,00	0,822	-10,00	0,788	-10,00	0,787
-5,00	0,777	-5,00	0,746	-5,00	0,729
0,00	0,735	0,00	0,707	0,00	0,684
5,00	0,696	5,00	0,671	5,00	0,658
10,00	0,661	10,00	0,637	10,00	0,637
15,00	0,627	15,00	0,606	15,00	0,601
20,00	0,530	20,00	0,507	20,00	0,539
25,00	0,549	25,00	0,531	25,00	0,560
30,00	0,508	30,00	0,506	30,00	0,516

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-15	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-16	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-17
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,934	-25,00	0,898	-25,00	0,886
-20,00	0,928	-20,00	0,897	-20,00	0,885
-15,00	0,830	-15,00	0,802	-15,00	0,791
-10,00	0,785	-10,00	0,760	-10,00	0,749
-5,00	0,744	-5,00	0,721	-5,00	0,711
0,00	0,707	0,00	0,684	0,00	0,675
5,00	0,672	5,00	0,650	5,00	0,641
10,00	0,638	10,00	0,619	10,00	0,610
15,00	0,608	15,00	0,589	15,00	0,581
20,00	0,526	20,00	0,506	20,00	0,490
25,00	0,536	25,00	0,521	25,00	0,510
30,00	0,494	30,00	0,484	30,00	0,431

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E5-18
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	1,009
-20,00	0,998
-15,00	0,891
-10,00	0,839
-5,00	0,792
0,00	0,749
5,00	0,709
10,00	0,672
15,00	0,638
20,00	0,557
25,00	0,578
30,00	0,551

Ottokraftstoff, Super E10, ROZ 95, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E10-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E10-10	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK95 WOK95-E10-12
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,993	-25,00	0,915	-25,00	1,084
-20,00	0,983	-20,00	0,911	-20,00	1,065
-15,00	0,875	-15,00	0,815	-15,00	0,946
-10,00	0,823	-10,00	0,770	-10,00	0,888
-5,00	0,776	-5,00	0,729	-5,00	0,835
0,00	0,732	0,00	0,691	0,00	0,789
5,00	0,693	5,00	0,656	5,00	0,744
10,00	0,656	10,00	0,623	10,00	0,703
15,00	0,622	15,00	0,593	15,00	0,665
20,00	0,539	20,00	0,510	20,00	0,583
25,00	0,561	25,00	0,538	25,00	0,598
30,00	0,517	30,00	0,514	30,00	0,549

Ottokraftstoff, Super E10, ROZ 98, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-04	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-05
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,985	-25,00	1,077	-25,00	0,946
-20,00	0,976	-20,00	1,063	-20,00	0,939
-15,00	0,867	-15,00	0,944	-15,00	0,840
-10,00	0,816	-10,00	0,886	-10,00	0,793
-5,00	0,771	-5,00	0,835	-5,00	0,752
0,00	0,730	0,00	0,789	0,00	0,712
5,00	0,692	5,00	0,747	5,00	0,676
10,00	0,657	10,00	0,708	10,00	0,643
15,00	0,625	15,00	0,673	15,00	0,612
20,00	0,545	20,00	0,593	20,00	0,532
25,00	0,557	25,00	0,609	25,00	0,557
30,00	0,524	30,00	0,580	30,00	0,533
35,00	0,503	35,00	0,554	35,00	0,509
40,00	0,463	40,00	0,513	40,00	0,470

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-06	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-07	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-08
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,944	-25,00	1,018	-25,00	0,909
-20,00	0,937	-20,00	1,007	-20,00	0,907
-15,00	0,837	-15,00	0,899	-15,00	0,815
-10,00	0,791	-10,00	0,848	-10,00	0,766
-5,00	0,749	-5,00	0,801	-5,00	0,725
0,00	0,710	0,00	0,758	0,00	0,688
5,00	0,674	5,00	0,719	5,00	0,654
10,00	0,641	10,00	0,682	10,00	0,622
15,00	0,610	15,00	0,649	15,00	0,593
20,00	0,529	20,00	0,568	20,00	0,512
25,00	0,544	25,00	0,588	25,00	0,540
30,00	0,514	30,00	0,561	30,00	0,516
35,00	0,491	35,00	0,517	35,00	0,494
40,00	0,467	40,00	0,494	40,00	0,458

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-10	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-12	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-13
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,947	-25,00	1,016	-25,00	0,912
-20,00	0,943	-20,00	1,010	-20,00	0,905
-15,00	0,841	-15,00	0,894	-15,00	0,807
-10,00	0,794	-10,00	0,842	-10,00	0,763
-5,00	0,751	-5,00	0,794	-5,00	0,722
0,00	0,686	0,00	0,751	0,00	0,685
5,00	0,650	5,00	0,712	5,00	0,651
10,00	0,614	10,00	0,675	10,00	0,620
15,00	0,588	15,00	0,641	15,00	0,591
20,00	0,498	20,00	0,556	20,00	0,510
25,00	0,534	25,00	0,568	25,00	0,538
30,00	0,509	30,00	0,543	30,00	0,499
35,00	0,487	35,00	0,512	35,00	0,475
40,00	0,413	40,00	0,488	40,00	0,453

Ottokraftstoff, Super E10, ROZ 98, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-15	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-16
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	1,057	-25,00	1,020	-25,00	0,990
-20,00	1,046	-20,00	1,008	-20,00	0,982
-15,00	0,932	-15,00	0,900	-15,00	0,877
-10,00	0,877	-10,00	0,848	-10,00	0,827
-5,00	0,826	-5,00	0,800	-5,00	0,782
0,00	0,780	0,00	0,756	0,00	0,741
5,00	0,738	5,00	0,716	5,00	0,703
10,00	0,699	10,00	0,679	10,00	0,668
15,00	0,663	15,00	0,644	15,00	0,635
20,00	0,582	20,00	0,564	20,00	0,555
25,00	0,590	25,00	0,583	25,00	0,577
30,00	0,549	30,00	0,556	30,00	0,531
35,00	0,522	35,00	0,510	35,00	0,507
40,00	0,499	40,00	0,487	40,00	0,485

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 SOK98-18
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,933	-25,00	0,961
-20,00	0,927	-20,00	0,953
-15,00	0,827	-15,00	0,851
-10,00	0,781	-10,00	0,803
-5,00	0,739	-5,00	0,759
0,00	0,701	0,00	0,719
5,00	0,666	5,00	0,682
10,00	0,633	10,00	0,647
15,00	0,603	15,00	0,616
20,00	0,522	20,00	0,534
25,00	0,534	25,00	0,559
30,00	0,507	30,00	0,534
35,00	0,483	35,00	0,462
40,00	0,439		

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 98, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-02	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-04
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,938	-25,00	0,940	-25,00	0,991
-20,00	0,932	-20,00	0,935	-20,00	0,983
-15,00	0,831	-15,00	0,835	-15,00	0,878
-10,00	0,784	-10,00	0,789	-10,00	0,829
-5,00	0,741	-5,00	0,747	-5,00	0,784
0,00	0,701	0,00	0,709	0,00	0,743
5,00	0,661	5,00	0,673	5,00	0,705
10,00	0,624	10,00	0,640	10,00	0,670
15,00	0,586	15,00	0,610	15,00	0,637
20,00	0,507	20,00	0,529	20,00	0,558
25,00	0,532	25,00	0,555	25,00	0,580
30,00	0,507	30,00	0,521	30,00	0,554

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-07	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E5-08
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,841	-25,00	0,943	-25,00	0,917
-20,00	0,843	-20,00	0,939	-20,00	0,913
-15,00	0,756	-15,00	0,839	-15,00	0,816
-10,00	0,718	-10,00	0,794	-10,00	0,771
-5,00	0,683	-5,00	0,752	-5,00	0,730
0,00	0,650	0,00	0,714	0,00	0,692
5,00	0,620	5,00	0,679	5,00	0,656
10,00	0,591	10,00	0,645	10,00	0,624
15,00	0,565	15,00	0,615	15,00	0,594
20,00	0,482	20,00	0,534	20,00	0,513
25,00	0,517	25,00	0,561	25,00	0,539
30,00	0,496	30,00	0,514	30,00	0,505

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-10	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-11	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E5-12
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,883	-25,00	0,926	-25,00	0,989
-20,00	0,882	-20,00	0,922	-20,00	0,982
-15,00	0,790	-15,00	0,824	-15,00	0,871
-10,00	0,748	-10,00	0,780	-10,00	0,820
-5,00	0,710	-5,00	0,739	-5,00	0,775
0,00	0,674	0,00	0,701	0,00	0,733
5,00	0,641	5,00	0,666	5,00	0,694
10,00	0,611	10,00	0,633	10,00	0,659
15,00	0,582	15,00	0,603	15,00	0,626
20,00	0,499	20,00	0,522	20,00	0,533
25,00	0,531	25,00	0,550	25,00	0,550
30,00	0,489	30,00	0,505	30,00	0,492

Ottokraftstoff, Super E5, ROZ 98, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-13	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E5-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-15
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,875	-25,00	0,982	-25,00	0,906
-20,00	0,871	-20,00	0,975	-20,00	0,903
-15,00	0,779	-15,00	0,870	-15,00	0,809
-10,00	0,735	-10,00	0,821	-10,00	0,766
-5,00	0,696	-5,00	0,776	-5,00	0,727
0,00	0,661	0,00	0,734	0,00	0,689
5,00	0,629	5,00	0,696	5,00	0,655
10,00	0,599	10,00	0,661	10,00	0,624
15,00	0,572	15,00	0,628	15,00	0,595
20,00	0,491	20,00	0,547	20,00	0,513
25,00	0,522	25,00	0,548	25,00	0,522
30,00	0,483	30,00	0,525	30,00	0,501

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-16	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Superbenzin OK98 WOK98-E0-08
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-25,00	0,880	-25,00	0,918	-25,000	0,877
-20,00	0,879	-20,00	0,914	-20,000	0,882
-15,00	0,786	-15,00	0,817	-15,000	0,779
-10,00	0,745	-10,00	0,773	-10,000	0,732
-5,00	0,707	-5,00	0,732	-5,000	0,693
0,00	0,672	0,00	0,694	0,000	0,659
5,00	0,639	5,00	0,659	5,000	0,629
10,00	0,608	10,00	0,627	10,000	0,600
15,00	0,580	15,00	0,597	15,000	0,572
20,00	0,498	20,00	0,516	20,000	0,492
25,00	0,530	25,00	0,544	25,000	0,522
30,00	0,439	30,00	0,504	30,000	0,500

Dieselmkraftstoff, Sommerqualitat

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-02	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-03
Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s
50,00	2,226	50,00	2,396	50,00	2,634
45,00	2,460	45,00	2,658	45,00	2,934
40,00	2,697	40,00	2,927	40,00	3,245
35,00	2,973	35,00	3,241	35,00	3,610
30,00	3,296	30,00	3,612	30,00	4,044
25,00	3,678	25,00	4,053	25,00	4,565
20,00	4,130	20,00	4,578	20,00	5,187
15,00	4,682	15,00	5,229	15,00	5,970
10,00	5,352	10,00	6,025	10,00	6,932
5,00	6,180	5,00	7,017	5,00	8,144
0,00	7,216	0,00	8,274	0,00	9,696
-5,00	9,461	-5,00	9,892	-5,00	11,716
-10,00	12,672	-10,00	15,677	-10,00	20,933

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-04	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-06
Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s
50,00	2,501	50,00	2,520	50,00	2,491
45,00	2,780	45,00	2,796	45,00	2,769
40,00	3,066	40,00	3,088	40,00	3,055
35,00	3,401	35,00	3,431	35,00	3,390
30,00	3,797	30,00	3,838	30,00	3,786
25,00	4,270	25,00	4,323	25,00	4,259
20,00	4,834	20,00	4,903	20,00	4,823
15,00	5,536	15,00	5,629	15,00	5,526
10,00	6,395	10,00	6,523	10,00	6,386
5,00	7,471	5,00	7,641	5,00	7,464
0,00	8,838	0,00	9,073	0,00	8,834
-5,00	10,604	-5,00	10,934	-5,00	13,058
-10,00	17,343	-10,00	15,663	-10,00	20,303

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-07	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-10
Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s
50,00	2,212	50,00	1,776	50,00	2,600
45,00	2,446	45,00	1,945	45,00	2,895
40,00	2,684	40,00	2,115	40,00	3,199
35,00	2,962	35,00	2,310	35,00	3,556
30,00	3,288	30,00	2,537	30,00	3,980
25,00	3,673	25,00	2,801	25,00	4,488
20,00	4,131	20,00	3,113	20,00	5,096
15,00	4,693	15,00	3,480	15,00	5,857
10,00	5,376	10,00	3,922	10,00	6,793
5,00	6,224	5,00	4,457	5,00	7,970
0,00	7,289	0,00	5,115	0,00	9,475
-5,00	8,650	-5,00	5,935	-5,00	14,783
-10,00	12,813	-10,00	6,973	-10,00	24,311

Dieselmotoren, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-11	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-12	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-13
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,220	50,00	2,443	50,00	2,050
45,00	2,455	45,00	2,713	45,00	2,258
40,00	2,693	40,00	2,988	40,00	2,470
35,00	2,971	35,00	3,313	35,00	2,714
30,00	3,298	30,00	3,698	30,00	2,999
25,00	3,683	25,00	4,150	25,00	3,334
20,00	4,141	20,00	4,694	20,00	3,732
15,00	4,703	15,00	5,367	15,00	4,211
10,00	5,385	10,00	6,193	10,00	4,792
5,00	6,228	5,00	7,224	5,00	5,503
0,00	7,287	0,00	8,533	0,00	6,388
-5,00	9,841	-5,00	11,447	-5,00	7,951
-10,00	14,858	-10,00	16,383	-10,00	10,217

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-15	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-16
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,455	50,00	2,345	50,00	2,216
45,00	2,727	45,00	2,600	45,00	2,451
40,00	3,007	40,00	2,861	40,00	2,690
35,00	3,334	35,00	3,166	35,00	2,969
30,00	3,721	30,00	3,525	30,00	3,296
25,00	4,184	25,00	3,953	25,00	3,684
20,00	4,734	20,00	4,461	20,00	4,144
15,00	5,420	15,00	5,090	15,00	4,709
10,00	6,259	10,00	5,858	10,00	5,397
5,00	7,310	5,00	6,816	5,00	6,249
0,00	8,647	0,00	8,026	0,00	7,322
-5,00	10,370	-5,00	9,591	-5,00	8,692
-10,00	14,849	-10,00	13,519	-10,00	13,308

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel SDK-18
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,330	50,00	2,415
45,00	2,581	45,00	2,679
40,00	2,838	40,00	2,949
35,00	3,137	35,00	3,265
30,00	3,489	30,00	3,638
25,00	3,908	25,00	4,083
20,00	4,402	20,00	4,610
15,00	5,016	15,00	5,264
10,00	5,761	10,00	6,062
5,00	6,689	5,00	7,060
0,00	7,859	0,00	8,315
-5,00	10,122	-5,00	11,095
-10,00	13,657	-10,00	16,465

Dieselmkraftstoff, Winterqualitat

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-02	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-03
Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s
50,00	2,208	50,00	2,429	50,00	2,469
45,00	2,438	45,00	2,695	45,00	2,743
40,00	2,672	40,00	2,969	40,00	3,024
35,00	2,944	35,00	3,289	35,00	3,354
30,00	3,262	30,00	3,667	30,00	3,744
25,00	3,637	25,00	4,117	25,00	4,210
20,00	4,081	20,00	4,653	20,00	4,766
15,00	4,623	15,00	5,319	15,00	5,458
10,00	5,279	10,00	6,133	10,00	6,306
5,00	6,089	5,00	7,148	5,00	7,368
0,00	7,100	0,00	8,437	0,00	8,718
-5,00	8,411	-5,00	10,099	-5,00	10,470
-10,00	10,937	-10,00	12,373	-10,00	12,951
-15,00	13,353	-15,00	16,324	-15,00	16,488
-20,00	16,647	-20,00	20,627	-20,00	21,703

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-04	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-06
Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s
50,00	2,177	50,00	2,417	50,00	2,455
45,00	2,404	45,00	2,684	45,00	2,727
40,00	2,634	40,00	2,958	40,00	3,006
35,00	2,901	35,00	3,279	35,00	3,332
30,00	3,213	30,00	3,660	30,00	3,718
25,00	3,582	25,00	4,113	25,00	4,179
20,00	4,019	20,00	4,655	20,00	4,728
15,00	4,551	15,00	5,328	15,00	5,411
10,00	5,196	10,00	6,153	10,00	6,247
5,00	5,991	5,00	7,186	5,00	7,291
0,00	6,985	0,00	8,500	0,00	8,619
-5,00	8,254	-5,00	10,204	-5,00	10,336
-10,00	10,237	-10,00	12,485	-10,00	13,363
-15,00	12,724	-15,00	19,346	-15,00	16,722
-20,00	15,852	0,00	0,000	-20,00	23,225

Dieselmkraftstoff, Winterqualitat

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-07	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-09
Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s
50,00	2,139	50,00	1,843	50,00	2,506
45,00	2,361	45,00	2,020	45,00	2,784
40,00	2,587	40,00	2,199	40,00	3,069
35,00	2,848	35,00	2,405	35,00	3,403
30,00	3,155	30,00	2,644	30,00	3,797
25,00	3,518	25,00	2,923	25,00	4,267
20,00	3,948	20,00	3,253	20,00	4,828
15,00	4,472	15,00	3,644	15,00	5,525
10,00	5,107	10,00	4,115	10,00	6,377
5,00	5,892	5,00	4,687	5,00	7,442
0,00	6,875	0,00	5,393	0,00	8,793
-5,00	8,127	-5,00	6,275	-5,00	10,535
-10,00	10,433	-10,00	7,395	-10,00	13,409
-15,00	12,816	-15,00	9,466	-15,00	18,114
-20,00	15,961	-20,00	11,656	-20,00	23,837

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-10	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-11	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-12
Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s
50,00	2,208	50,00	2,053	50,00	2,275
45,00	2,440	45,00	2,262	45,00	2,518
40,00	2,676	40,00	2,477	40,00	2,764
35,00	2,951	35,00	2,717	35,00	3,052
30,00	3,274	30,00	3,002	30,00	3,390
25,00	3,656	25,00	3,338	25,00	3,791
20,00	4,109	20,00	3,736	20,00	4,266
15,00	4,664	15,00	4,222	15,00	4,851
10,00	5,339	10,00	4,797	10,00	5,562
5,00	6,174	5,00	5,512	5,00	6,444
0,00	7,222	0,00	6,398	0,00	7,554
-5,00	8,560	-5,00	7,524	-5,00	8,984
-10,00	10,868	-10,00	9,591	-10,00	11,964
-15,00	13,431	-15,00	11,596	-15,00	15,045
-20,00	19,177	-20,00	14,644	-20,00	19,547

Dieselmkraftstoff, Winterqualitat

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-13	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-15
Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s
50,00	2,006	50,00	2,244	50,00	2,167
45,00	2,208	45,00	2,482	45,00	2,393
40,00	2,412	40,00	2,724	40,00	2,623
35,00	2,648	35,00	3,007	35,00	2,890
30,00	2,923	30,00	3,339	30,00	3,202
25,00	3,246	25,00	3,732	25,00	3,572
20,00	3,628	20,00	4,199	20,00	4,010
15,00	4,088	15,00	4,772	15,00	4,545
10,00	4,644	10,00	5,469	10,00	5,194
5,00	5,326	5,00	6,333	5,00	5,995
0,00	6,173	0,00	7,420	0,00	6,999
-5,00	7,250	-5,00	8,810	-5,00	8,277
-10,00	9,167	-10,00	10,703	-10,00	11,086
-15,00	11,022	-15,00	14,531	-15,00	14,109
-20,00	13,712	-20,00	18,514	-20,00	20,885

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-16	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Diesel WDK-18
Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskositat mPa s
50,00	2,135	50,00	2,131	50,00	2,439
45,00	2,359	45,00	2,353	45,00	2,708
40,00	2,586	40,00	2,577	40,00	2,984
35,00	2,851	35,00	2,838	35,00	3,308
30,00	3,161	30,00	3,145	30,00	3,690
25,00	3,527	25,00	3,506	25,00	4,145
20,00	3,963	20,00	3,934	20,00	4,689
15,00	4,494	15,00	4,456	15,00	5,365
10,00	5,139	10,00	5,089	10,00	6,191
5,00	5,935	5,00	5,871	5,00	7,225
0,00	6,934	0,00	6,849	0,00	8,538
-5,00	8,207	-5,00	8,092	-5,00	10,236
-10,00	10,417	-10,00	9,713	-10,00	13,803
-15,00	13,011	-15,00	13,231	-15,00	17,259
-20,00	17,814	-20,00	16,463	-20,00	22,891

Heizöl EL, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl SHEL-03	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl SHEL-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl SHEL-06
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,200	50,00	2,047	50,00	2,738
45,00	2,433	45,00	2,262	45,00	3,059
40,00	2,670	40,00	2,480	40,00	3,394
35,00	2,948	35,00	2,735	35,00	3,790
30,00	3,273	30,00	3,035	30,00	4,262
25,00	3,658	25,00	3,391	25,00	4,831
20,00	4,115	20,00	3,813	20,00	5,516
15,00	4,677	15,00	4,329	15,00	6,382
10,00	5,360	10,00	4,970	10,00	7,455
5,00	6,208	5,00	5,762	5,00	8,819
0,00	7,274	0,00	6,740	0,00	10,579
-5,00	9,312	-5,00	7,997	-5,00	13,910
-10,00	11,347	-10,00	9,649	-10,00	17,679

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl-01 SHEL-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl-01 SHEL-11	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl-01 SHEL-15
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,315	50,00	2,112	50,00	2,340
45,00	2,569	45,00	2,332	45,00	2,594
40,00	2,831	40,00	2,556	40,00	2,856
35,00	3,137	35,00	2,817	35,00	3,163
30,00	3,499	30,00	3,122	30,00	3,523
25,00	3,931	25,00	3,483	25,00	3,955
20,00	4,448	20,00	3,911	20,00	4,466
15,00	5,091	15,00	4,433	15,00	5,102
10,00	5,880	10,00	5,068	10,00	5,881
5,00	6,872	5,00	5,851	5,00	6,847
0,00	8,262	0,00	6,862	0,00	8,076
-5,00	10,690	-5,00	8,665	-5,00	10,218
-10,00	14,040	-10,00	11,313	-10,00	12,549

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl-01 SHEL-16	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl-01 SHEL-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl-01 SHEL-18
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,246	50,00	2,275	50,00	2,370
45,00	2,485	45,00	2,521	45,00	2,630
40,00	2,730	40,00	2,772	40,00	2,898
35,00	3,016	35,00	3,066	35,00	3,210
30,00	3,353	30,00	3,411	30,00	3,579
25,00	3,751	25,00	3,822	25,00	4,018
20,00	4,224	20,00	4,311	20,00	4,541
15,00	4,806	15,00	4,913	15,00	5,189
10,00	5,515	10,00	5,650	10,00	5,983
5,00	6,396	5,00	6,568	5,00	6,975
0,00	7,560	0,00	7,763	0,00	8,269
-5,00	9,636	-5,00	9,923	-5,00	10,590
-10,00	11,929	-10,00	12,354	-10,00	13,392

Heizöl EL, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl-02 WSHEL-03	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl-02 WSHEL-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl-02 WSHEL-08
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,470	50,00	1,939	50,00	2,293
45,00	2,745	45,00	2,136	45,00	2,543
40,00	3,027	40,00	2,336	40,00	2,799
35,00	3,358	35,00	2,568	35,00	3,099
30,00	3,749	30,00	2,839	30,00	3,453
25,00	4,217	25,00	3,159	25,00	3,875
20,00	4,775	20,00	3,539	20,00	4,379
15,00	5,471	15,00	3,999	15,00	5,004
10,00	6,322	10,00	4,559	10,00	5,771
5,00	7,389	5,00	5,250	5,00	6,730
0,00	9,438	0,00	6,115	0,00	8,640
-5,00	11,589	-5,00	7,214	-5,00	10,876
-10,00	14,561	-10,00	8,637	-10,00	13,783

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl-02 WSHEL-17
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,284
45,00	2,533
40,00	2,787
35,00	3,085
30,00	3,436
25,00	3,854
20,00	4,352
15,00	4,969
10,00	5,727
5,00	6,672
0,00	7,871
-5,00	9,959
-10,00	14,404

Heizöl EL schwefelarm, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-02	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-03
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,787	50,00	2,079	50,00	2,357
45,00	3,111	45,00	2,297	45,00	2,615
40,00	3,449	40,00	2,519	40,00	2,881
35,00	3,848	35,00	2,778	35,00	3,192
30,00	4,324	30,00	3,082	30,00	3,559
25,00	4,897	25,00	3,442	25,00	3,997
20,00	5,584	20,00	3,868	20,00	4,518
15,00	6,452	15,00	4,390	15,00	5,166
10,00	7,527	10,00	5,026	10,00	5,958
5,00	8,885	5,00	5,814	5,00	6,949
0,00	11,058	0,00	6,806	0,00	8,206
-5,00	14,309	-5,00	8,440	-5,00	9,829
-10,00	18,567	-10,00	10,169	-10,00	12,041

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-04	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-07
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,487	50,00	2,658	50,00	1,917
45,00	2,765	45,00	2,970	45,00	2,108
40,00	3,052	40,00	3,296	40,00	2,301
35,00	3,388	35,00	3,681	35,00	2,525
30,00	3,785	30,00	4,141	30,00	2,785
25,00	4,260	25,00	4,697	25,00	3,091
20,00	4,828	20,00	5,367	20,00	3,453
15,00	5,535	15,00	6,215	15,00	3,886
10,00	6,403	10,00	7,270	10,00	4,410
5,00	7,491	5,00	8,614	5,00	5,053
0,00	8,875	0,00	10,355	0,00	5,850
-5,00	11,778	-5,00	12,661	-5,00	6,853
-10,00	15,743	-10,00	18,219	-10,00	8,618

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-10	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-12
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	1,743	50,00	2,530	50,00	2,251
45,00	1,907	45,00	2,816	45,00	2,492
40,00	2,074	40,00	3,112	40,00	2,739
35,00	2,266	35,00	3,460	35,00	3,028
30,00	2,489	30,00	3,873	30,00	3,367
25,00	2,748	25,00	4,368	25,00	3,770
20,00	3,056	20,00	4,960	20,00	4,249
15,00	3,417	15,00	5,702	15,00	4,840
10,00	3,854	10,00	6,615	10,00	5,560
5,00	4,386	5,00	7,764	5,00	6,457
0,00	5,041	0,00	9,245	0,00	7,600
-5,00	5,857	-5,00	12,867	-5,00	9,726
-10,00	7,339	-10,00	16,297	-10,00	12,116

Heizöl EL schwefelarm, Sommerqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-13	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-15
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,645	50,00	2,005	50,00	2,237
45,00	2,952	45,00	2,211	45,00	2,476
40,00	3,270	40,00	2,420	40,00	2,722
35,00	3,646	35,00	2,664	35,00	3,008
30,00	4,094	30,00	2,949	30,00	3,345
25,00	4,634	25,00	3,285	25,00	3,746
20,00	5,282	20,00	3,685	20,00	4,221
15,00	6,100	15,00	4,169	15,00	4,807
10,00	7,111	10,00	4,757	10,00	5,522
5,00	8,393	5,00	5,485	5,00	6,411
0,00	10,268	0,00	6,396	0,00	7,533
-5,00	13,578	-5,00	7,554	-5,00	8,972
-10,00	19,366	-10,00	9,054	-10,00	11,874

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-16	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm SHEL-Sarm-18
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,022	50,00	2,358	50,00	2,358
45,00	2,226	45,00	2,616	45,00	2,616
40,00	2,434	40,00	2,880	40,00	2,880
35,00	2,674	35,00	3,188	35,00	3,189
30,00	2,954	30,00	3,552	30,00	3,553
25,00	3,284	25,00	3,986	25,00	3,986
20,00	3,673	20,00	4,502	20,00	4,501
15,00	4,142	15,00	5,140	15,00	5,140
10,00	4,709	10,00	5,921	10,00	5,919
5,00	5,405	5,00	6,894	5,00	6,893
0,00	6,269	0,00	8,128	0,00	8,124
-5,00	7,365	-5,00	10,791	-5,00	11,115
-10,00	10,154	-10,00	14,234	-10,00	16,104

Heizöl EL schwefelarm, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-01	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-02	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-04
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,400	50,00	1,958	50,00	2,728
45,00	2,664	45,00	2,155	45,00	3,045
40,00	2,933	40,00	2,356	40,00	3,375
35,00	3,249	35,00	2,588	35,00	3,760
30,00	3,622	30,00	2,860	30,00	4,222
25,00	4,066	25,00	3,179	25,00	4,777
20,00	4,595	20,00	3,557	20,00	5,443
15,00	5,251	15,00	4,013	15,00	6,282
10,00	6,053	10,00	4,567	10,00	7,317
5,00	7,054	5,00	5,247	5,00	8,626
0,00	8,326	0,00	6,096	0,00	10,319
-5,00	10,942	-5,00	7,431	-5,00	13,172
-10,00	13,655	-10,00	8,894	-10,00	16,786

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-05	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-06	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-07
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	1,921	50,00	2,549	50,00	2,343
45,00	2,115	45,00	2,838	45,00	2,572
40,00	2,312	40,00	3,138	40,00	2,818
35,00	2,541	35,00	3,490	35,00	3,119
30,00	2,807	30,00	3,907	30,00	3,473
25,00	3,121	25,00	4,408	25,00	3,896
20,00	3,494	20,00	5,007	20,00	4,398
15,00	3,943	15,00	5,758	15,00	5,021
10,00	4,489	10,00	6,682	10,00	5,781
5,00	5,161	5,00	7,846	5,00	6,731
0,00	5,999	0,00	9,336	0,00	7,939
-5,00	7,062	-5,00	11,918	-5,00	9,939
-10,00	8,434	-10,00	15,315	-10,00	12,805

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-08	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-09	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-10
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	1,938	50,00	2,210	50,00	2,099
45,00	2,132	45,00	2,443	45,00	2,318
40,00	2,328	40,00	2,679	40,00	2,541
35,00	2,555	35,00	2,954	35,00	2,800
30,00	2,820	30,00	3,277	30,00	3,104
25,00	3,131	25,00	3,658	25,00	3,463
20,00	3,500	20,00	4,110	20,00	3,890
15,00	3,943	15,00	4,662	15,00	4,411
10,00	4,481	10,00	5,332	10,00	5,046
5,00	5,142	5,00	6,162	5,00	5,834
0,00	5,964	0,00	7,201	0,00	6,825
-5,00	7,368	-5,00	9,705	-5,00	8,658
-10,00	8,722	-10,00	14,793	-10,00	10,852

Heizöl EL schwefelarm, Winterqualität

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-11	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-12	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-13
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	1,984	50,00	2,449	50,00	2,760
45,00	2,184	45,00	2,732	45,00	3,087
40,00	2,388	40,00	2,999	40,00	3,429
35,00	2,624	35,00	3,328	35,00	3,835
30,00	2,900	30,00	3,721	30,00	4,321
25,00	3,224	25,00	4,179	25,00	4,908
20,00	3,609	20,00	4,733	20,00	5,618
15,00	4,073	15,00	5,426	15,00	6,520
10,00	4,636	10,00	6,276	10,00	7,645
5,00	5,331	5,00	7,341	5,00	9,081
0,00	6,198	0,00	9,506	0,00	10,952
-5,00	7,294	-5,00	11,674	-5,00	14,145
-10,00	8,962	-10,00	14,884	-10,00	18,133

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-14	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-15	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-16
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,826	50,00	1,929	50,00	2,125
45,00	3,160	45,00	2,123	45,00	2,349
40,00	3,508	40,00	2,319	40,00	2,577
35,00	3,921	35,00	2,547	35,00	2,843
30,00	4,415	30,00	2,813	30,00	3,156
25,00	5,011	25,00	3,126	25,00	3,526
20,00	5,729	20,00	3,497	20,00	3,966
15,00	6,638	15,00	3,943	15,00	4,505
10,00	7,764	10,00	4,483	10,00	5,161
5,00	9,198	5,00	5,149	5,00	5,975
0,00	11,067	0,00	5,979	0,00	7,001
-5,00	13,595	-5,00	7,030	-5,00	8,315
-10,00	17,864	-10,00	8,381	-10,00	10,025

Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-17	Klasse Charge Mischung	Regionalproben Heizöl S-arm WHEL-Sarm-18
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	1,827	50,00	2,300
45,00	2,004	45,00	2,548
40,00	2,185	40,00	2,801
35,00	2,393	35,00	3,097
30,00	2,635	30,00	3,446
25,00	2,918	25,00	3,860
20,00	3,254	20,00	4,354
15,00	3,652	15,00	4,963
10,00	4,135	10,00	5,705
5,00	4,726	5,00	6,629
0,00	5,457	0,00	7,797
-5,00	6,374	-5,00	9,366
-10,00	7,545	-10,00	12,390

Viskosität der Mischungen mit Biokraftstoff

Ethanol – n-Hexan

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 05-95	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Hexan Charge 01 Mischung 10-90
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-15,00	0,712	-15,00	0,761
-10,00	0,678	-10,00	0,722
-5,00	0,645	-5,00	0,685
0,00	0,616	0,00	0,650
5,00	0,587	5,00	0,617
10,00	0,560	10,00	0,587
15,00	0,533	15,00	0,559

Ethanol – n-Nonan

Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 05-95	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Ethanol-Nonan Charge 01 Mischung 80-20
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-15,00	1,675	-15,00	2,388	-15,00	2,734
-10,00	1,537	-10,00	2,161	-10,00	2,471
-5,00	1,418	-5,00	1,963	-5,00	2,239
0,00	1,312	0,00	1,788	0,00	2,033
5,00	1,218	5,00	1,634	5,00	1,851
10,00	1,135	10,00	1,496	10,00	1,689
15,00	1,060	15,00	1,374	15,00	1,544
20,00	0,964	20,00	1,252	20,00	1,411
25,00	0,931	25,00	1,166	25,00	1,299
30,00	0,878	30,00	1,077	30,00	1,195
35,00	0,826	35,00	0,991	35,00	1,099
40,00	0,767	40,00	0,919	40,00	1,007
45,00	0,716	45,00	0,846	45,00	0,930
50,00	0,665	50,00	0,763	50,00	0,840

Ethanol – Ottokraftstoff (Super, Sommerqualität)

Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge14 Mischung0-100	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge14 Mischung5-95	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge14 Mischung10-90
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-15,00	0,680	-15,00	0,716	-15,00	0,784
-10,00	0,642	-10,00	0,674	-10,00	0,735
-5,00	0,608	-5,00	0,636	-5,00	0,691
0,00	0,578	0,00	0,602	0,00	0,651
5,00	0,550	5,00	0,571	5,00	0,615
10,00	0,524	10,00	0,542	10,00	0,582
15,00	0,500	15,00	0,516	15,00	0,552
25,00	0,459	25,00	0,469	25,00	0,499
30,00	0,439			30,00	0,476
				35,00	0,454
				40,00	0,434

Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge14 Mischung15-85	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge14 Mischung20-80	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin 14 Mischung40-60
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-15,00	0,862	-15,00	0,952	-15,00	1,420
-10,00	0,802	-10,00	0,883	-10,00	1,296
-5,00	0,750	-5,00	0,821	-5,00	1,188
0,00	0,703	0,00	0,765	0,00	1,091
5,00	0,661	5,00	0,716	5,00	1,005
10,00	0,623	10,00	0,670	10,00	0,929
15,00	0,588	15,00	0,629	15,00	0,861
		25,00	0,558	25,00	0,743
		30,00	0,527		
		35,00	0,500		
		40,00	0,474		
		45,00	0,451		

Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin 14 Mischung50-50	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin 14 Mischung60-40	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin 14 Mischung80-20
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-15,00	1,665	-15,00	1,920	-15,00	2,446
-10,00	1,514	-10,00	1,741	-10,00	2,206
-5,00	1,381	-5,00	1,583	-5,00	1,995
0,00	1,263	0,00	1,443	0,00	1,810
5,00	1,159	5,00	1,319	5,00	1,646
10,00	1,066	10,00	1,208	10,00	1,501
15,00	0,982	15,00	1,110	15,00	1,372
		25,00	0,942	25,00	1,154
		30,00	0,871	30,00	1,061
		35,00	0,807		

Ethanol – Ottokraftstoff (Super, Sommerqualität)

Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge14 Mischung85-15	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge14 Mischung100-0	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge14 Mischung2,5-97,5
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-15,00	2,580	-15,00	3,042	-15,00	0,695
-10,00	2,324	-10,00	2,729	-10,00	0,655
-5,00	2,100	-5,00	2,458	-5,00	0,620
0,00	1,903	0,00	2,218	0,00	0,588
5,00	1,728	5,00	2,007	5,00	0,558
10,00	1,572	10,00	1,821	10,00	0,531
15,00	1,434	15,00	1,657	15,00	0,507
		25,00	1,380	25,00	0,463
		30,00	1,263	30,00	0,444
		35,00	1,160	35,00	0,426
		40,00	1,065	40,00	0,409

Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge14 Mischung7,5-92,5	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin 14 Mischung12,5-87,5
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-15,00	0,745	-15,00	0,819
-10,00	0,700	-10,00	0,765
-5,00	0,660	-5,00	0,717
0,00	0,623	0,00	0,674
5,00	0,589	5,00	0,634
10,00	0,559	10,00	0,599
15,00	0,532	15,00	0,567
		25,00	0,510

Ethanol – Ottokraftstoff (Super, Winterqualität)

Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung0-100	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung5-95	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung10-90
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-15,00	0,631	-15,00	0,692	-15,00	0,733
-10,00	0,599	-10,00	0,650	-10,00	0,686
-5,00	0,569	-5,00	0,613	-5,00	0,647
0,00	0,542	0,00	0,580	0,00	0,610
5,00	0,517	5,00	0,551	5,00	0,577
10,00	0,493	10,00	0,526	10,00	0,547
				15,00	0,520
				25,00	0,468

Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung15-85	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung20-80	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung40-60
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-15,00	0,816	-15,00	0,920	-15,00	1,374
-10,00	0,762	-10,00	0,854	-10,00	1,256
-5,00	0,712	-5,00	0,794	-5,00	1,150
0,00	0,668	0,00	0,741	0,00	1,057
5,00	0,628	5,00	0,693	5,00	0,974
10,00	0,591	10,00	0,650	10,00	0,899
25,00	0,501	15,00	0,611	15,00	0,833

Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung60-40	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung80-20a	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung 85-15a
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-15,00	1,878	-15,00	2,413	-15,00	2,560
-10,00	1,704	-10,00	2,179	-10,00	2,309
-5,00	1,551	-5,00	1,973	-5,00	2,088
0,00	1,414	0,00	1,790	0,00	1,892
5,00	1,292	5,00	1,628	5,00	1,719
10,00	1,184	10,00	1,484	10,00	1,565
15,00	1,088	15,00	1,356	15,00	1,428
		25,00	1,140	25,00	1,198
		30,00	1,048		

Ethanol – Ottokraftstoff (Super, Winterqualität)

Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung100-0	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung2,5-97,5	Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung7,5-92,5
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-15,00	3,032	-15,00	0,653	-15,00	0,700
-10,00	2,723	-10,00	0,618	-10,00	0,659
-5,00	2,453	-5,00	0,586	-5,00	0,623
0,00	2,214	0,00	0,557	0,00	0,589
5,00	2,004	5,00	0,530	5,00	0,559
10,00	1,820	10,00	0,505	10,00	0,531
15,00	1,655			15,00	0,506
25,00	1,379				
30,00	1,262				
35,00	1,159				
40,00	1,067				

Klasse Charge Probenflüssigkeit	Ethanol- Superbenzin Charge13 Mischung12,5-87,5
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
-15,00	0,772
-10,00	0,723
-5,00	0,679
0,00	0,640
5,00	0,603
10,00	0,571
15,00	0,541
25,00	0,487
30,00	0,465

Rapsölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 01	Charge	Charge 01	Charge	Charge 01
Mischung	Mischung 0-100	Mischung	Mischung 5-95	Mischung	Mischung 10-90
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,640	50,00	2,676	50,00	2,710
45,00	2,944	45,00	2,983	45,00	3,021
40,00	3,259	40,00	3,301	40,00	3,342
35,00	3,630	35,00	3,675	35,00	3,721
30,00	4,071	30,00	4,121	30,00	4,171
25,00	4,602	25,00	4,657	25,00	4,712
20,00	5,238	20,00	5,299	20,00	5,359
15,00	6,040	15,00	6,108	15,00	6,174
10,00	7,027	10,00	7,103	10,00	7,175
5,00	8,276	5,00	8,361	5,00	8,440
0,00	9,880	0,00	9,975	0,00	10,061

Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 01	Charge	Charge 01	Charge	Charge 01
Mischung	Mischung 15-85	Mischung	Mischung 20-80	Mischung	Mischung 30-70
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,748	50,00	2,788	50,00	2,874
45,00	3,061	45,00	3,106	45,00	3,202
40,00	3,387	40,00	3,436	40,00	3,540
35,00	3,770	35,00	3,823	35,00	3,940
30,00	4,225	30,00	4,284	30,00	4,414
25,00	4,771	25,00	4,837	25,00	4,981
20,00	5,424	20,00	5,498	20,00	5,660
15,00	6,246	15,00	6,330	15,00	6,513
10,00	7,256	10,00	7,350	10,00	7,558
5,00	8,530	5,00	8,636	5,00	8,874
0,00	10,160	0,00	10,281	0,00	10,556

Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 01	Charge	Charge 01	Charge	Charge 01
Mischung	Mischung 40-60	Mischung	Mischung 50-50	Mischung	Mischung 60-40
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,968	50,00	3,068	50,00	3,175
45,00	3,305	45,00	3,417	45,00	3,536
40,00	3,655	40,00	3,779	40,00	3,910
35,00	4,067	35,00	4,204	35,00	4,351
30,00	4,556	30,00	4,709	30,00	4,875
25,00	5,141	25,00	5,314	25,00	5,501
20,00	5,839	20,00	6,036	20,00	6,247
15,00	6,717	15,00	6,942	15,00	7,185
10,00	7,793	10,00	8,052	10,00	8,332
5,00	9,145	5,00	9,445	5,00	9,772
0,00	10,871	0,00	11,223	0,00	11,609

Rapsölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 70-30	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 80-20	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 90-10
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	3,288	50,00	3,408	50,00	3,534
45,00	3,661	45,00	3,795	45,00	3,936
40,00	4,050	40,00	4,199	40,00	4,355
35,00	4,507	35,00	4,674	35,00	4,849
30,00	5,050	30,00	5,237	30,00	5,434
25,00	5,699	25,00	5,911	25,00	6,135
20,00	6,471	20,00	6,713	20,00	6,968
15,00	7,444	15,00	7,723	15,00	8,017
10,00	8,633	10,00	8,956	10,00	9,299
5,00	10,124	5,00	10,504	5,00	10,906
0,00	12,025	0,00	12,475	0,00	12,952

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 95-5	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 100-0	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 7-93
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	3,600	50,00	3,669	50,00	2,689
45,00	4,008	45,00	4,085	45,00	2,997
40,00	4,437	40,00	4,522	40,00	3,316
35,00	4,940	35,00	5,036	35,00	3,693
30,00	5,538	30,00	5,645	30,00	4,140
25,00	6,251	25,00	6,374	25,00	4,677
20,00	7,102	20,00	7,241	20,00	5,321
15,00	8,173	15,00	8,334	15,00	6,131
10,00	9,479	10,00	9,667	10,00	7,127
5,00	11,119	5,00	11,342	5,00	8,386
0,00	13,211	0,00	13,508	0,00	10,000

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 2,5-97,5	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 7,5-92,5	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 12,5- 87,5
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,663	50,00	2,691	50,00	2,729
45,00	2,971	45,00	2,999	45,00	3,041
40,00	3,290	40,00	3,319	40,00	3,364
35,00	3,667	35,00	3,695	35,00	3,744
30,00	4,115	30,00	4,143	30,00	4,197
25,00	4,653	25,00	4,681	25,00	4,740
20,00	5,300	20,00	5,325	20,00	5,389
15,00	6,113	15,00	6,136	15,00	6,208
10,00	7,117	10,00	7,133	10,00	7,213
5,00	8,386	5,00	8,394	5,00	8,481
0,00	10,017	0,00	10,009	0,00	10,105

Rapsölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 02	Charge	Charge 02	Charge	Charge 02
Mischung	Mischung 0-100	Mischung	Mischung 5-95	Mischung	Mischung 10-90
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,061	50,00	2,107	50,00	2,165
45,00	2,273	45,00	2,322	45,00	2,388
40,00	2,486	40,00	2,541	40,00	2,613
35,00	2,735	35,00	2,793	35,00	2,874
30,00	3,024	30,00	3,089	30,00	3,179
25,00	3,366	25,00	3,437	25,00	3,539
20,00	3,770	20,00	3,848	20,00	3,964
15,00	4,260	15,00	4,347	15,00	4,481
10,00	4,856	10,00	4,950	10,00	5,106
5,00	5,588	5,00	5,690	5,00	5,875
0,00	6,498	0,00	6,610	0,00	6,831

Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 02	Charge	Charge 02	Charge	Charge 02
Mischung	Mischung 15-85	Mischung	Mischung 20-80	Mischung	Mischung 30-70
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,224	50,00	2,285	50,00	2,428
45,00	2,454	45,00	2,522	45,00	2,684
40,00	2,686	40,00	2,763	40,00	2,943
35,00	2,957	35,00	3,043	35,00	3,241
30,00	3,273	30,00	3,370	30,00	3,595
25,00	3,645	25,00	3,755	25,00	4,013
20,00	4,085	20,00	4,211	20,00	4,502
15,00	4,621	15,00	4,768	15,00	5,107
10,00	5,269	10,00	5,442	10,00	5,841
5,00	6,067	5,00	6,271	5,00	6,743
0,00	7,060	0,00	7,307	0,00	7,871

Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 02	Charge	Charge 02	Charge	Charge 02
Mischung	Mischung 40-60	Mischung	Mischung 50-50	Mischung	Mischung 60-40
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,566	50,00	2,716	50,00	2,897
45,00	2,833	45,00	3,010	45,00	3,215
40,00	3,112	40,00	3,309	40,00	3,535
35,00	3,435	35,00	3,658	35,00	3,935
30,00	3,815	30,00	4,069	30,00	4,359
25,00	4,264	25,00	4,556	25,00	4,889
20,00	4,796	20,00	5,133	20,00	5,516
15,00	5,452	15,00	5,848	15,00	6,298
10,00	6,248	10,00	6,716	10,00	7,244
5,00	7,231	5,00	7,790	5,00	8,421
0,00	8,464	0,00	9,139	0,00	9,908

Rapsölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 02	Charge	Charge 02	Charge	Charge 02
Mischung	Mischung 70-30	Mischung	Mischung 80-20	Mischung	Mischung 90-10
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	3,077	50,00	3,268	50,00	3,479
45,00	3,416	45,00	3,632	45,00	3,871
40,00	3,766	40,00	4,010	40,00	4,280
35,00	4,176	35,00	4,451	35,00	4,760
30,00	4,660	30,00	4,974	30,00	5,329
25,00	5,236	25,00	5,601	25,00	6,009
20,00	5,919	20,00	6,342	20,00	6,817
15,00	6,773	15,00	7,271	15,00	7,832
10,00	7,809	10,00	8,402	10,00	9,071
5,00	9,099	5,00	9,814	5,00	10,621
0,00	10,731	0,00	11,605	0,00	12,597

Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 02	Charge	Charge 02	Charge	Charge 02
Mischung	Mischung 95-05	Mischung	Mischung 100-0	Mischung	Mischung 7-93
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	3,586	50,00	3,690	50,00	2,130
45,00	3,991	45,00	4,110	45,00	2,348
40,00	4,415	40,00	4,551	40,00	2,569
35,00	4,915	35,00	5,070	35,00	2,825
30,00	5,508	30,00	5,685	30,00	3,124
25,00	6,221	25,00	6,422	25,00	3,476
20,00	7,060	20,00	7,299	20,00	3,892
15,00	8,122	15,00	8,404	15,00	4,399
10,00	9,419	10,00	9,755	10,00	5,029
5,00	11,044	5,00	11,452	5,00	5,764
0,00	13,126	0,00	13,645	0,00	6,699

Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Rapsmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 02	Charge	Charge 02
Mischung	Mischung 2,5-97,5	Mischung	Mischung 12,5- 87,5
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,079	50,00	2,194
45,00	2,290	45,00	2,419
40,00	2,506	40,00	2,648
35,00	2,755	35,00	2,913
30,00	3,046	30,00	3,223
25,00	3,389	25,00	3,589
20,00	3,794	20,00	4,021
15,00	4,283	15,00	4,549
10,00	4,875	10,00	5,186
5,00	5,602	5,00	5,968
0,00	6,507	0,00	6,943

Sojaölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 01	Charge	Charge 01	Charge	Charge 01
Mischung	Mischung 0-100	Mischung	Mischung 5-95	Mischung	Mischung 10-90
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,640	50,00	2,663	50,00	2,685
45,00	2,944	45,00	2,967	45,00	2,991
40,00	3,259	40,00	3,283	40,00	3,307
35,00	3,630	35,00	3,654	35,00	3,679
30,00	4,071	30,00	4,096	30,00	4,122
25,00	4,602	25,00	4,627	25,00	4,652
20,00	5,238	20,00	5,262	20,00	5,287
15,00	6,040	15,00	6,062	15,00	6,085
10,00	7,027	10,00	7,045	10,00	7,066
5,00	8,276	5,00	8,286	5,00	8,302
0,00	9,880	0,00	9,878	0,00	9,884

Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 01	Charge	Charge 01	Charge	Charge 01
Mischung	Mischung 15-85	Mischung	Mischung 20-80	Mischung	Mischung 30-70
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,711	50,00	2,740	50,00	2,802
45,00	3,019	45,00	3,050	45,00	3,118
40,00	3,337	40,00	3,371	40,00	3,443
35,00	3,712	35,00	3,747	35,00	3,825
30,00	4,156	30,00	4,194	30,00	4,278
25,00	4,688	25,00	4,729	25,00	4,820
20,00	5,325	20,00	5,368	20,00	5,465
15,00	6,124	15,00	6,169	15,00	6,274
10,00	7,104	10,00	7,151	10,00	7,264
5,00	8,339	5,00	8,387	5,00	8,505
0,00	9,916	0,00	9,963	0,00	10,084

Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 01	Charge	Charge 01	Charge	Charge 01
Mischung	Mischung 40-60	Mischung	Mischung 50-50	Mischung	Mischung 60-40
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,872	50,00	2,947	50,00	3,029
45,00	3,193	45,00	3,276	45,00	3,365
40,00	3,525	40,00	3,615	40,00	3,713
35,00	3,915	35,00	4,012	35,00	4,120
30,00	4,375	30,00	4,483	30,00	4,601
25,00	4,926	25,00	5,044	25,00	5,175
20,00	5,581	20,00	5,710	20,00	5,856
15,00	6,401	15,00	6,547	15,00	6,708
10,00	7,402	10,00	7,563	10,00	7,745
5,00	8,656	5,00	8,835	5,00	9,040
0,00	10,249	0,00	10,448	0,00	10,680

Sojaölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 01	Charge	Charge 01	Charge	Charge 01
Mischung	Mischung 70-30	Mischung	Mischung 80-20	Mischung	Mischung 90-10
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	3,116	50,00	3,208	50,00	3,305
45,00	3,461	45,00	3,563	45,00	3,669
40,00	3,818	40,00	3,929	40,00	4,047
35,00	4,235	35,00	4,358	35,00	4,488
30,00	4,729	30,00	4,865	30,00	5,009
25,00	5,317	25,00	5,468	25,00	5,629
20,00	6,013	20,00	6,182	20,00	6,361
15,00	6,885	15,00	7,075	15,00	7,280
10,00	7,945	10,00	8,160	10,00	8,392
5,00	9,266	5,00	9,512	5,00	9,778
0,00	10,937	0,00	11,219	0,00	11,526

Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 01	Charge	Charge 01	Charge	Charge 01
Mischung	Mischung 95-5	Mischung	Mischung 100-0	Mischung	Mischung 7-93
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	3,356	50,00	3,403	50,00	2,671
45,00	3,725	45,00	3,777	45,00	2,976
40,00	4,108	40,00	4,165	40,00	3,292
35,00	4,556	35,00	4,619	35,00	3,664
30,00	5,085	30,00	5,153	30,00	4,106
25,00	5,713	25,00	5,790	25,00	4,637
20,00	6,456	20,00	6,542	20,00	5,272
15,00	7,387	15,00	7,483	15,00	6,071
10,00	8,515	10,00	8,623	10,00	7,052
5,00	9,918	5,00	10,041	5,00	8,291
0,00	11,690	0,00	11,831	0,00	9,879

Sojaölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 05-95	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 10-90
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,062	50,00	2,101	50,00	2,151
45,00	2,271	45,00	2,314	45,00	2,370
40,00	2,482	40,00	2,530	40,00	2,592
35,00	2,737	35,00	2,780	35,00	2,850
30,00	3,013	30,00	3,073	30,00	3,150
25,00	3,350	25,00	3,418	25,00	3,503
20,00	3,749	20,00	3,826	20,00	3,920
15,00	4,231	15,00	4,320	15,00	4,428
10,00	4,815	10,00	4,917	10,00	5,040
5,00	5,532	5,00	5,651	5,00	5,794
0,00	6,424	0,00	6,564	0,00	6,732

Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 15-85	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 20-80	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 30-70
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,215	50,00	2,251	50,00	2,365
45,00	2,445	45,00	2,482	45,00	2,608
40,00	2,674	40,00	2,716	40,00	2,855
35,00	2,941	35,00	2,989	35,00	3,143
30,00	3,250	30,00	3,307	30,00	3,480
25,00	3,622	25,00	3,682	25,00	3,877
20,00	4,053	20,00	4,125	20,00	4,347
15,00	4,580	15,00	4,667	15,00	4,921
10,00	5,239	10,00	5,319	10,00	5,615
5,00	5,952	5,00	6,116	5,00	6,469
0,00	6,910	0,00	7,110	0,00	7,534

Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 40-60	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Sojamethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 60-40
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,486	50,00	2,620	50,00	2,761
45,00	2,746	45,00	2,898	45,00	3,056
40,00	3,011	40,00	3,180	40,00	3,357
35,00	3,319	35,00	3,508	35,00	3,708
30,00	3,678	30,00	3,893	30,00	4,121
25,00	4,103	25,00	4,349	25,00	4,608
20,00	4,604	20,00	4,885	20,00	5,183
15,00	5,220	15,00	5,548	15,00	5,896
10,00	5,962	10,00	6,349	10,00	6,754
5,00	6,876	5,00	7,335	5,00	7,820
0,00	8,018	0,00	8,571	0,00	9,154

Sojaölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 02	Charge	Charge 02	Charge	Charge 02
Mischung	Mischung 70-30	Mischung	Mischung 80-20	Mischung	Mischung 90-10
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,917	50,00	3,082	50,00	3,256
45,00	3,231	45,00	3,416	45,00	3,613
40,00	3,552	40,00	3,761	40,00	3,985
35,00	3,928	35,00	4,163	35,00	4,412
30,00	4,370	30,00	4,637	30,00	4,920
25,00	4,893	25,00	5,200	25,00	5,523
20,00	5,510	20,00	5,863	20,00	6,237
15,00	6,278	15,00	6,691	15,00	7,129
10,00	7,205	10,00	7,693	10,00	8,210
5,00	8,352	5,00	8,935	5,00	9,552
0,00	9,795	0,00	10,498	0,00	11,245

Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel	Klasse	Sojamethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 02	Charge	Charge 02	Charge	Charge 02
Mischung	Mischung 95-05	Mischung	Mischung 100-0	Mischung	Mischung 07-93
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	3,347	50,00	3,434	50,00	2,122
45,00	3,714	45,00	3,809	45,00	2,337
40,00	4,095	40,00	4,200	40,00	2,556
35,00	4,541	35,00	4,658	35,00	2,809
30,00	5,066	30,00	5,198	30,00	3,104
25,00	5,692	25,00	5,841	25,00	3,452
20,00	6,432	20,00	6,601	20,00	3,865
15,00	7,357	15,00	7,554	15,00	4,365
10,00	8,480	10,00	8,709	10,00	4,969
5,00	9,876	5,00	10,147	5,00	5,708
0,00	11,638	0,00	11,962	0,00	6,632

Palmölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 10-90	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 20-80
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,641	50,00	2,716	50,00	2,800
45,00	2,944	45,00	3,026	45,00	3,122
40,00	3,259	40,00	3,351	40,00	3,457
35,00	3,631	35,00	3,734	35,00	3,852
30,00	4,072	30,00	4,186	30,00	4,321
25,00	4,603	25,00	4,732	25,00	4,885
20,00	5,240	20,00	5,386	20,00	5,559
15,00	6,041	15,00	6,207	15,00	6,409
10,00	7,030	10,00	7,222	10,00	7,505
5,00	8,279	5,00	8,621	5,00	9,007
0,00	9,884	0,00	10,313	0,00	10,799

Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 40-60	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 60-40
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,990	50,00	3,096	50,00	3,210
45,00	3,336	45,00	3,455	45,00	3,583
40,00	3,697	40,00	3,829	40,00	3,973
35,00	4,121	35,00	4,272	35,00	4,434
30,00	4,626	30,00	4,798	30,00	4,982
25,00	5,235	25,00	5,430	25,00	5,641
20,00	5,958	20,00	6,185	20,00	6,428
15,00	6,874	15,00	7,138	15,00	7,423
10,00	8,133	10,00	8,485	10,00	8,840
5,00	9,857	5,00	10,330		
0,00	12,096				

Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 80-20	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 90-10	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 100-0
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	3,452	50,00	3,583	50,00	3,717
45,00	3,855	45,00	4,004	45,00	4,154
40,00	4,280	40,00	4,446	40,00	4,616
35,00	4,782	35,00	4,970	35,00	5,163
30,00	5,379	30,00	5,594	30,00	5,814
25,00	6,096	25,00	6,345	25,00	6,598
20,00	6,955	20,00	7,241	20,00	7,535
15,00	8,041	15,00	8,378	15,00	8,724

Palmölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 10-90	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 20-80
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,052	50,00	2,171	50,00	2,295
45,00	2,261	45,00	2,395	45,00	2,537
40,00	2,475	40,00	2,624	40,00	2,784
35,00	2,721	35,00	2,889	35,00	3,070
30,00	3,008	30,00	3,200	30,00	3,405
25,00	3,349	25,00	3,567	25,00	3,802
20,00	3,751	20,00	4,002	20,00	4,272
15,00	4,237	15,00	4,532	15,00	4,848
10,00	4,829	10,00	5,174	10,00	5,546
5,00	5,556	5,00	5,965	5,00	6,451
0,00	6,460	0,00	6,954	0,00	7,625

Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 40-60	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 60-40
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,577	50,00	2,758	50,00	2,900
45,00	2,857	45,00	3,061	45,00	3,225
40,00	3,143	40,00	3,371	40,00	3,559
35,00	3,478	35,00	3,735	35,00	3,952
30,00	3,871	30,00	4,164	30,00	4,415
25,00	4,339	25,00	4,674	25,00	4,968
20,00	4,892	20,00	5,278	20,00	5,623
15,00	5,578	15,00	6,032	15,00	6,443
10,00	6,412	10,00	6,953	10,00	7,442
5,00	7,738				
0,00	9,323				

Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 80-20	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 90-10	Klasse Charge Mischung	Palmmethylester- Mineraldiesel Charge 01 Mischung 100-0
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
45,00	3,658	50,00	3,492	50,00	3,714
40,00	4,051	45,00	3,897	45,00	4,150
35,00	4,514	40,00	4,324	40,00	4,611
30,00	5,063	35,00	4,827	35,00	5,155
25,00	5,721	30,00	5,425	30,00	5,804
20,00	6,504	25,00	6,143	25,00	6,584
15,00	7,491	20,00	7,000	20,00	7,519
0,00	0,000	15,00	8,084	15,00	8,701

Kokosölmethylester – Dieselkraftstoff (Sommerqualität)

Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 40-60	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 60-40	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 80-20
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,369	50,00	2,289	50,00	2,235
45,00	2,627	45,00	2,532	45,00	2,470
40,00	2,889	40,00	2,780	40,00	2,707
35,00	3,196	35,00	3,068	35,00	2,983
30,00	3,556	30,00	3,406	30,00	3,306
25,00	3,986	25,00	3,807	25,00	3,688
20,00	4,495	20,00	4,282	20,00	4,139
15,00	5,129	15,00	4,867	15,00	4,692
10,00	5,893	10,00	5,576	10,00	5,360
5,00	6,847	5,00	6,453	5,00	6,184
0,00	8,049	0,00	7,553	0,00	7,212

Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 90-10	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 95-05	Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 100-0
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,216	50,00	2,204	50,00	2,195
45,00	2,446	45,00	2,433	45,00	2,422
40,00	2,678	40,00	2,664	40,00	2,652
35,00	2,948	35,00	2,933	35,00	2,919
30,00	3,265	30,00	3,247	30,00	3,230
25,00	3,639	25,00	3,617	25,00	3,598
20,00	4,080	20,00	4,055	20,00	4,031
15,00	4,620	15,00	4,589	15,00	4,560
10,00	5,272	10,00	5,235	10,00	5,199
5,00	6,075	5,00	6,029	5,00	5,985
0,00	7,079	0,00	7,018	0,00	6,964

Klasse Charge Mischung	Kokosmethylester- Mineraldiesel Charge 02 Mischung 07-93
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,577
45,00	2,870
40,00	3,172
35,00	3,528
30,00	3,950
25,00	4,456
20,00	5,062
15,00	5,822
10,00	6,756
5,00	7,933
0,00	9,439

Kokosölmethylester – Dieselkraftstoff (Winterqualität)

Klasse	Kokosmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Kokosmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Kokosmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 01	Charge	Charge 01	Charge	Charge 01
Mischung	Mischung 60-40	Mischung	Mischung 80-20	Mischung	Mischung 90-10
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,087	50,00	2,135	50,00	2,164
45,00	2,298	45,00	2,354	45,00	2,387
40,00	2,514	40,00	2,575	40,00	2,613
35,00	2,762	35,00	2,832	35,00	2,874
30,00	3,052	30,00	3,132	30,00	3,180
25,00	3,392	25,00	3,484	25,00	3,539
20,00	3,795	20,00	3,901	20,00	3,964
15,00	4,284	15,00	4,407	15,00	4,481
10,00	4,872	10,00	5,018	10,00	5,105
5,00	5,597	5,00	5,767	5,00	5,872
0,00	6,491	0,00	6,699	0,00	6,825

Klasse	Kokosmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Kokosmethylester- Mineraldiesel	Klasse	Kokosmethylester- Mineraldiesel
Charge	Charge 01	Charge	Charge 01	Charge	Charge 01
Mischung	Mischung 95-05	Mischung	Mischung 100-0	Mischung	Mischung 07-93
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,179	50,00	2,205	50,00	2,043
45,00	2,404	45,00	2,433	45,00	2,251
40,00	2,632	40,00	2,663	40,00	2,461
35,00	2,895	35,00	2,929	35,00	2,703
30,00	3,204	30,00	3,242	30,00	2,986
25,00	3,567	25,00	3,610	25,00	3,320
20,00	3,996	20,00	4,044	20,00	3,723
15,00	4,519	15,00	4,575	15,00	4,199
10,00	5,151	10,00	5,215	10,00	4,773
5,00	5,926	5,00	6,001	5,00	5,482
0,00	6,893	0,00	6,979	0,00	6,364

Rapsölmethylester – Heizöl EL

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Heizöl Charge 03 Mischung 0-100	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Heizöl Charge 03 Mischung 05-95	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Heizöl Charge 03 Mischung 10-90
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,422	50,00	2,465	50,00	2,510
45,00	2,690	45,00	2,738	45,00	2,788
40,00	2,966	40,00	3,018	40,00	3,074
35,00	3,288	35,00	3,347	35,00	3,408
30,00	3,670	30,00	3,734	30,00	3,803
25,00	4,124	25,00	4,197	25,00	4,275
20,00	4,667	20,00	4,749	20,00	4,837
15,00	5,342	15,00	5,435	15,00	5,538
10,00	6,168	10,00	6,275	10,00	6,394
5,00	7,202	5,00	7,326	5,00	7,465
0,00	8,516	0,00	8,660	0,00	8,825

Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Heizöl Charge 03 Mischung 20-80	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Heizöl Charge 03 Mischung 50-50	Klasse Charge Mischung	Rapsmethylester- Heizöl Charge 03 Mischung 100-0
Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s	Temperatur °C	Dyn. Viskosität mPa s
50,00	2,612	50,00	2,977	50,00	3,748
45,00	2,902	45,00	3,312	45,00	4,179
40,00	3,201	40,00	3,659	40,00	4,632
35,00	3,550	35,00	4,066	35,00	5,167
30,00	3,964	30,00	4,548	30,00	5,827
25,00	4,456	25,00	5,123	25,00	6,559
20,00	5,043	20,00	5,808	20,00	7,462
15,00	5,776	15,00	6,667	15,00	8,604
10,00	6,671	10,00	7,716	10,00	10,007
5,00	7,790	5,00	9,030	5,00	11,761
0,00	9,211	0,00	10,699	0,00	14,008