

DIN 51623

ICS 75.160.40

Ersatz für
DIN 51623:2015-12**Kraftstoffe für pflanzenöltaugliche Motoren –
Pflanzenölkraftstoff –
Anforderungen und Prüfverfahren**

Fuels for vegetable oil compatible combustion engines –
Fuel from vegetable oil –
Requirements and test methods

Combustibles pour moteurs adaptés aux huiles végétales –
Combustibles à base d'huile de végétale –
Exigences et méthodes d'essai

Gesamtumfang 29 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)
Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Produktbenennung und Kennzeichnung	8
5 Produktbehandlung und Probenahme	8
6 Anforderungen und Prüfungen	8
6.1 Allgemeine Anforderungen	8
6.2 Anforderungen an Additive	8
6.3 Besonderheiten der Anforderungen an die Wintertauglichkeit	9
6.4 Besonderheiten der Anforderungen an den Gehalt an Wachsen	9
6.5 Besonderheiten der Anforderungen an die Zündwilligkeit	9
6.6 Angaben zur Dichte/Temperaturumrechnung	10
6.7 Präzision und Streitfall	11
Anhang A (informativ) Informationen zu Präzisionsdaten	12
Anhang B (normativ) Aussehen des flüssigen Kraftstoffs nach Abkühlen und Erwärmen	13
B.1 Anwendungsbereich	13
B.2 Vorbereitung und Beschaffenheit der Probe	13
B.3 Durchführung	13
Anhang C (normativ) Adaption des Prüfverfahrens nach DIN EN 15195:2007-08 an Pflanzenölkraftstoff	14
Anhang D (informativ) Überprüfung der Identität des Öls	15
D.1 Allgemeine Angaben	15
D.2 Prüfverfahren für die Fettsäureverteilung	15
D.3 Sterin-Analyse	16
Anhang E (informativ) Berechnung von Kraftstoffeigenschaften durch strukturbezogene Kennzahlen	18
E.1 Allgemeine Angaben	18
E.2 Berechnung von AC und ADB	18
E.3 Berechnung von Kraftstoffeigenschaften	18
Anhang F (informativ) Weitere Hinweise zu Eigenschaften und Prüfverfahren	20
F.1 Allgemeines	20
F.2 Beispielhafte Messwerte für die Viskosität verschiedener Pflanzenöle im Temperaturbereich von 20 °C bis 60 °C	20
F.3 Typische Kennzahlen zur ACZ von Pflanzenölkraftstoff	20
Anhang G (informativ) Index zur Beschreibung des Viskositäts-Temperatur-Verhaltens von Pflanzenölkraftstoff	22
G.1 Allgemeines	22
G.2 Definition des Index	22
G.3 Bestimmung von ϑ_{150} und ν_{50}	23
G.4 Anwendungsmöglichkeiten des Index	23
G.4.1 Berechnung des Viskositäts-Temperatur-Verhaltens auf Basis des Index	23
G.4.2 Ermittlung der Kaltstarttemperatur eines Motors	24
G.5 Anwendungsbeispiele	24
Anhang H (informativ) Heizwerte von verschiedenen Pflanzenölen	27
Literaturhinweise	28

Bilder

Bild G.1 — Viskositäts-Temperatur-Verlauf für ein Pflanzenöl 6P25	25
---	----

Tabellen

Tabelle 1 — Allgemein anwendbare Anforderungen, Prüfverfahren und Grenzwerte für Pflanzenölkraftstoff	10
Tabelle C.1 — Abweichende Festlegungen der DIN EN 15195:2007-08 für die Anwendung auf Pflanzenölkraftstoff	14
Tabelle D.1 — Beispiele typischer Fettsäureverteilungen in einigen Pflanzenölen	15
Tabelle D.2 — Beispiele für typische Sterin-Zusammensetzungen in einigen Pflanzenölen nach DIN EN ISO 12228 [9] oder DGF-Einheitsmethode F-III 1 (98) [10]	16
Tabelle F.1 — Dynamische Viskosität η in Abhängigkeit von der Temperatur	20
Tabelle F.2 — Abgeleitete Cetanzahl (ACZ)	21
Tabelle G.1 — Wertetabelle	26
Tabelle H.1 — Heizwerte von Pflanzenölen [14]	27

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Unterausschuss NA 062-06-32-02 UA „Prüfung von Rapsöl als Kraftstoff für pflanzenöltaugliche Motoren“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN 51623:2015-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) DIN 51659-2 als alternatives Prüfverfahren zur Bestimmung der kinematischen Viskosität aufgenommen;
- b) DIN EN 17155 als alternatives Prüfverfahren zur Bestimmung der Zündwilligkeit aufgenommen;
- c) Mindestanforderung für den Heizwert gestrichen;
- d) im Streitfall anzuwendende Prüfverfahren präzisiert;
- e) Angaben zur Präzision der Prüfverfahren in einem informativen Anhang ergänzt;
- f) Prüfverfahren zur Bestimmung des Aussehens des flüssigen Kraftstoffs nach Abkühlen und Erwärmen präzisiert;
- g) Einheit für den Wassergehalt an die Forderungen der Prüfmethode angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN SPEC 51623: 2012-06
DIN 51623: 2015-12

Einleitung

Pflanzenöle finden vielseitige Anwendungen, z. B. als Lebens- und Futtermittel, aber auch als Chemierohstoff, Grundöl für Schmier- und Verfahrensstoffe und als Kraftstoff für selbstzündende Verbrennungsmotoren.

Dieses Dokument beschreibt und definiert diejenigen Eigenschaften von Pflanzenölkraftstoff, die mindestens für den reibungslosen Einsatz des Kraftstoffes in pflanzenöлтаuglichen Motoren erfüllt sein sollen. Da Felderfahrungen für den langfristigen und störungsfreien Betrieb mit diesem Kraftstoff noch nicht von allen interessierten Kreisen als vollständig und ausreichend angesehen werden, erhebt dieses Dokument nicht den Anspruch einer vollständigen Beschreibung gegebenenfalls sonst erforderlicher Eigenschaften. Festgelegt sind zunächst nur solche Eigenschaften, die in der bisherigen technischen Diskussion für eine ausreichende Qualität als notwendig und unabdingbar erkannt worden sind. Für weiterführende Informationen siehe Anhang E für die Berechnung von Kraftstoffeigenschaften durch strukturbezogene Kennzahlen, Anhang F für weitere Hinweise zu Eigenschaften und Prüfverfahren und Anhang H für Heizwerte.

Wesentlich beeinflusst wurde dieses Dokument durch die Erfahrungen mit am Markt vorherrschenden und als Kraftstoff benutzten Pflanzenölen wie z. B. Rapsöl, Sojaöl, Sonnenblumenöl und Palmöl (Anhang D enthält Hinweise zur Überprüfung der Identität des Öls).

Die Erkenntnisse zur Nutzung von z. B. Leindotteröl als Kraftstoff sind noch nicht ausreichend abgesichert, um Pflanzenöle oder Pflanzenölmischungen mit sehr hohen Anteilen mehrfach ungesättigter Fettsäuren in diesem Dokument zu berücksichtigen.

Viele Pflanzenölkraftstoffe sind besonders dadurch gekennzeichnet, dass sie in unvermishtem und nicht-additiviertem Zustand im Vergleich zu vielen anderen Kraftstoffen mit hoher Energiedichte ein deutlich geringeres Umweltgefährdungspotential aufweisen: sie sind häufig biologisch schnell abbaubar und zumeist nicht toxisch, darüber hinaus reichern sie sich nicht in der Umwelt an (kein Bioakkumulationspotential). Aufgrund dessen ist durch die Verwendung von Pflanzenölkraftstoff in umweltsensiblen Bereichen in der Regel ein Zusatznutzen beim vorbeugenden Boden- und Gewässerschutz gegeben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Eigenschaften und Grenzwerte von Pflanzenöl für den Einsatz als Kraftstoff in pflanzenöltauglichen Motoren, zusammen mit den zur Prüfung dieser Eigenschaften anzuwendenden Prüfverfahren fest.

Der Einsatz des in diesem Dokument definierten Pflanzenöles als Kraftstoff ist nur in pflanzenöltauglichen Motoren zulässig. Weitere ergänzende Eigenschaften können nach erfolgter technischer und analytischer Klärung in Folgeausgaben dieses Dokuments aufgenommen werden.

Die in diesem Dokument festgeschriebenen Parameter sind nicht dafür ausgelegt, gebrauchte Pflanzenöle auf ihre Eignung als Kraftstoff zu prüfen.

Pflanzenölkraftstoff nach diesem Dokument ist von Fettsäure-Methylester („Biodiesel“) nach DIN EN 14214 [19] sowie von Rapsölkraftstoff nach DIN 51605 [18] zu unterscheiden.

ANMERKUNG Für die Zwecke dieses Dokuments wird zur Angabe des Massenanteils einer Substanz der Ausdruck „% (m/m)“ verwendet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 51627-6, *Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge — Prüfverfahren — Teil 6: Direkte Bestimmung von Spurenelementen in Pflanzenölen durch optische Emissionsspektalanalyse mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP OES)*

DIN 51659-2, *Schmierstoffe — Prüfverfahren — Teil 2: Bestimmung der kinematischen Viskosität von gebrauchten Schmierölen mittels Stabinger-Viskosimeter*

DIN EN 12662:1998-10, *Flüssige Mineralölerzeugnisse — Bestimmung der Verschmutzung in Mitteldestillaten; Deutsche Fassung EN 12662:1998*

DIN EN 14103, *Erzeugnisse aus pflanzlichen und tierischen Fetten und Ölen — Fettsäure-Methylester (FAME) — Bestimmung des Ester-Gehaltes und des Gehaltes an Linolensäure-Methylester*

DIN EN 14112, *Erzeugnisse aus pflanzlichen und tierischen Fetten und Ölen — Fettsäure-Methylester (FAME) — Bestimmung der Oxidationsstabilität (beschleunigte Oxidationsprüfung)*

DIN EN 15195:2007-08, *Flüssige Mineralölerzeugnisse — Bestimmung des Zündverzugs und der abgeleiteten Cetanzahl (ACZ) von Kraftstoffen aus Mitteldestillaten in einer Verbrennungskammer mit konstantem Volumen; Deutsche Fassung EN 15195:2007*

DIN EN 17155, *Flüssige Mineralölerzeugnisse — Bestimmung der indizierten Cetanzahl (ICZ) von Kraftstoffen aus Mitteldestillaten — Verfahren mittels Kalibrierung mit primären Bezugskraftstoffen unter Verwendung einer Verbrennungskammer mit konstantem Volumen*

DIN EN ISO 660, *Tierische und pflanzliche Fette und Öle — Bestimmung der Säurezahl und der Azidität*

DIN EN ISO 2719, *Bestimmung des Flammpunktes — Verfahren nach Pensky-Martens mit geschlossenem Tiegel*

DIN EN ISO 3104, *Mineralölerzeugnisse — Durchsichtige und undurchsichtige Flüssigkeiten — Bestimmung der kinematischen Viskosität und Berechnung der dynamischen Viskosität*

DIN EN ISO 3170, *Flüssige Mineralölerzeugnisse — Manuelle Probenahme*

DIN EN ISO 3171, *Flüssige Mineralölerzeugnisse — Automatische Probenahme aus Rohrleitungen*

DIN EN ISO 3675, *Rohöl und flüssige Mineralölerzeugnisse — Bestimmung der Dichte im Labor — Aräometer-Verfahren*

DIN EN ISO 3961:2018-11, *Tierische und pflanzliche Fette und Öle — Bestimmung der Iodzahl (ISO 3961:2018); Deutsche Fassung EN ISO 3961:2018*

DIN EN ISO 4259-2, *Mineralölerzeugnisse — Präzision von Messverfahren und Ergebnissen — Teil 2: Anwendung der Präzisionsdaten von Prüfverfahren*

DIN EN ISO 12185, *Rohöl und Mineralölerzeugnisse — Bestimmung der Dichte — U-Rohr-Oszillationsverfahren*

DIN EN ISO 12937, *Mineralölerzeugnisse — Bestimmung des Wassergehaltes — Coulometrische Titration nach Karl Fischer*

DIN EN ISO 12966-3, *Tierische und pflanzliche Fette und Öle — Gaschromatographie von Fettsäuremethylestern — Teil 3: Herstellung von Methylestern mittels Trimethylsulfoniumhydroxid (TMSH)*

DIN EN ISO 20846, *Mineralölerzeugnisse — Bestimmung des Schwefelgehaltes von Kraftstoffen — Ultraviolettfluoreszenz-Verfahren*

DIN EN ISO 20884, *Mineralölerzeugnisse — Bestimmung des Schwefelgehaltes in Kraftstoffen — Wellenlängendispersive Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term/>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Pflanzenöl

Öl, das aus ölhaltigen Pflanzenteilen stammt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Pflanzenteile sind z. B. Samen, Früchte und Keimlinge. Pflanzenöle sind praktisch wasserfrei und setzen sich vornehmlich aus Triacylglyceriden (Ester aus Glycerin und Fettsäuren) und aus geringen Mengen an Fettbegleitstoffen des pflanzlichen Ausgangsmaterials wie z. B. Phosphatide, Wachse, unverseifbare Bestandteile, Mono- und Diacylglyceride sowie freie Fettsäuren zusammen.

3.2

pflanzenöлтаuglicher Motor

Motorsystem, welches für die Verwendung von Pflanzenölen als Kraftstoff konzipiert oder durch nachträgliche Umrüstungsmaßnahmen für die Verwendung von Pflanzenölen als Kraftstoff angepasst wurde und für das entsprechende Garantieerklärungen des Motorenherstellers beziehungsweise des Umrüsters vorliegen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Motorsystem für die Anwendung des Pflanzenölkraftstoffs nach diesem Dokument besteht aus den allgemein bekannten Komponenten einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine einschließlich der Abgasnachbehandlung, z. B. Oxidationskatalysatoren, selektive katalytische Reduktions-Technik (SCR-Technik) oder Abgaspartikelfiltern sowie den speziell für den Pflanzenölbetrieb erforderlichen Komponenten.

3.3

Pflanzenöl-Raffination

Verfahrensschritte zur Reduzierung unerwünschter Begleitstoffe und Feststoffe aus Pflanzenölen

Anmerkung 1 zum Begriff: Solche Verfahrensschritte sind z. B. Entschleimen (Entlecithinieren), Entsäuern (Neutralisieren), Bleichen und Dämpfen (Desodorieren).

Anmerkung 2 zum Begriff: Unerwünschte Begleitstoffe sind z. B. freie Fettsäuren sowie ablagerungs- und aschebildende Elemente.

4 Produktbenennung und Kennzeichnung

Pflanzenöl für den Einsatz als Kraftstoff in pflanzenöltauglichen Motoren muss wie folgt benannt werden:

Pflanzenölkraftstoff DIN 51623

Die in der Kennzeichnung der Tanksäulen und Zapfpistolen enthaltenen Informationen für die Abgabe von Rapsölkraftstoff und die Abmessungen der Markierungen müssen mit den Anforderungen der jeweils gültigen Version der 10. BImSchV [1] übereinstimmen.

5 Produktbehandlung und Probenahme

Die Probenahme von Pflanzenölkraftstoff muss nach DIN EN ISO 3170 und DIN EN ISO 3171 durchgeführt werden. Die Proben müssen dunkel und kühl (ungefähr 5 °C) in einem dicht verschließbaren Gefäß gelagert werden. Der Einsatz von Probengefäßen aus HDPE (en: high density polyethylene) hat sich in der Praxis als geeignet erwiesen. Insbesondere für die Bestimmung der Oxidationsstabilität ist es erforderlich, dass das Probengefäß vollständig gefüllt ist.

ANMERKUNG Die längere oder ungeeignete Lagerung von Pflanzenölkraftstoff kann zu Veränderungen in den Produkteigenschaften, z. B. Oxidationsstabilität, Säurezahl, Gesamtverschmutzung oder Wassergehalt, führen.

6 Anforderungen und Prüfungen

6.1 Allgemeine Anforderungen

Die Herstellung von Pflanzenölkraftstoff, der den Anforderungen dieses Dokuments gerecht wird, erfolgt durch physikalische oder chemische Extraktion ölhaltiger Pflanzenteile. In jedem Fall müssen durch geeignete Maßnahmen, wie Fest-Flüssig-Trennung und Raffination, die Gehalte an Feststoffen und unerwünschten Begleitstoffen, z. B. freie Fettsäuren und ablagerungs- und aschebildende Elemente, im Pflanzenölkraftstoff minimiert werden (siehe auch Tabelle 1). Dabei muss darauf geachtet werden, dass durch diese Behandlungsschritte keine schädlichen Bestandteile eingetragen werden.

Pflanzenöl für die Herstellung von Kraftstoff darf nach den Anforderungen dieses Dokuments keine andere vorausgegangene Nutzung, z. B. als Frittieröl, Schmierstoff oder Hydrauliköl, erfahren haben, weil es bei Vornutzungen zu stofflichen Veränderungen des Pflanzenöles kommen kann.

Unabhängig von den vorgenannten Festlegungen muss Pflanzenölkraftstoff nach diesem Dokument alle in Tabelle 1 und in 6.2 bis 6.7 aufgeführten Anforderungen erfüllen.

6.2 Anforderungen an Additive

Zur Qualitätsverbesserung ist der Zusatz von Additiven in geeigneter Konzentration zulässig, sofern dadurch keine Verschlechterung in Bezug auf Betriebsverhalten oder Wirksamkeit der Abgasreinigung eintritt.

ANMERKUNG Additive werden beispielsweise zur Verbesserung der Oxidationsstabilität [2], [3] und zur Verminderung von Ablagerungen im Einspritzsystem eingesetzt.

6.3 Besonderheiten der Anforderungen an die Wintertauglichkeit

Für die Wintertauglichkeit eines mit Pflanzenölkraftstoff betriebenen pflanzenöлтаuglichen Motors muss ein problemfreier Kaltstart sichergestellt sein. Die Wintertauglichkeit kann von den Kraftstoffherstellern nur in eingeschränktem Maße beeinflusst werden und muss daher durch entsprechend geeignete technische Maßnahmen am pflanzenöлтаuglichen Motor hergestellt werden.

Die Viskosität von Pflanzenölkraftstoff wird sowohl durch einen Temperatur- als auch durch einen Zeitfaktor beeinflusst. Angaben zum Viskositäts-/Temperaturverhalten verschiedener Pflanzenöle sind in Tabelle F.1 aufgeführt. Hierdurch kann die für Lagerung, Kraftstoffförderung und Kaltstart wichtige Fließfähigkeit von Pflanzenölkraftstoff eingeschränkt sein. Maßnahmen wie der Einsatz von Fließverbesserern, Heizeinrichtungen oder die Verwendung eines zweiten Kraftstoffs, um den Kaltstart mit Pflanzenölkraftstoff zu vermeiden (Zwei-Kraftstoff-System), können in diesem Fall sinnvoll sein.

Um die Kaltstartfähigkeit eines pflanzenöлтаuglichen Motors mit einem spezifischen Pflanzenölkraftstoff besser beurteilen zu können, kann der in Anhang G enthaltene Index zur Beschreibung des Temperatur-Viskositäts-Verhaltens von Pflanzenölkraftstoff herangezogen werden.

Das Kälteverhalten von Pflanzenölen wird maßgeblich durch die Kettenlänge und den Grad der Sättigung der Fettsäurereste im Triacylglycerid sowie die Gehalte an bestimmten Fettbegleitstoffen, z. B. Wachse, bestimmt. Es kann je nach Pflanzenölsorte insbesondere im Temperaturbereich unter 0 °C deutlich variieren. Das Kälteverhalten von Pflanzenölen kann durch geeignete Maßnahmen, wie z. B. Winterisieren [4] verbessert werden.

ANMERKUNG Da etablierte Prüfverfahren wie der „Cold Filter Plugging Point“ (CFPP, Temperaturgrenzwert der Filtrierbarkeit) für Pflanzenölkraftstoff nicht eingesetzt werden können, enthält dieses Dokument keine Anforderungen, die mit Mess- und Grenzwerten fassbar sind.

6.4 Besonderheiten der Anforderungen an den Gehalt an Wachsen

Wachshaltige Pflanzenöle (z. B. Sonnenblumenöl) müssen entweder durch Winterisierung [4] von Wachsen befreit werden oder die Wachse müssen durch geeignete technische Maßnahmen (z. B. Erwärmung des kompletten Kraftstoffsystems) in Lösung gehalten werden.

ANMERKUNG Die Relevanz dieser Anforderung ist anerkannt, andererseits sind aber die derzeit als Norm vorliegenden Prüfverfahren zur Bestimmung des Wachsegehaltes für die Anwendung bei Pflanzenölkraftstoff noch nicht ausreichend geprüft und für eine genaue Festlegung des Grenzwerts fehlen Ergebnisse aus Prüfstandsläufen und Feldtests.

6.5 Besonderheiten der Anforderungen an die Zündwilligkeit

Die genormten Prüfverfahren zur Bestimmung der Zündwilligkeit im Prüfmotor sind nur bedingt für die Messung der Zündwilligkeit von Pflanzenölkraftstoff geeignet, da dieser Kraftstoff nicht im Anwendungsbereich der Prüfverfahren liegt und daher keine Präzisionsdaten vorliegen.

Neuere Prüfverfahren, wie z. B. DIN EN 15195 und DIN EN 17155, mit denen durch die Messung des Zündverzugs eine abgeleitete Cetanzahl (ACZ) oder indizierte Cetanzahl (ICZ) in sogenannten „constant-volume“-Messgeräten bestimmt wird, sind für die Messung der Zündwilligkeit von Pflanzenölkraftstoff besser geeignet [5]. Bis zur Adaption eines dieser Prüfverfahren für Pflanzenölkraftstoff und dem Vorliegen von Präzisionsdaten dürfen diese im Streitfall nur eingeschränkt verwendet werden, so dass auch die Festlegung eines Grenzwertes zurzeit noch nicht zielführend ist. Da dennoch die Zündwilligkeit für die motorische Auslegung eine wichtige Größe darstellt, wird in diesem Dokument deren Angabe ohne Grenzwert gefordert.

Übliche ACZ für Pflanzenöle sind in F.3 aufgeführt. Hinweise zur Adaption des Prüfverfahrens nach DIN EN 15195:2007-08 für dessen Anwendung auf Pflanzenölkraftstoff sind in Anhang C in Tabelle C.1 aufgeführt.