Typ alle

Eine ganz wesentliche Voraussetzung für den Betrieb des Dieselmotors ist die Verfügbarkeit und die Qualität des Dieselmotorkraftstoffes. Kraftstoff und Motoren müssen, um einen störungsfreien Betrieb zu ermöglichen, technisch aufeinander abgestimmt sein. Der Kraftstoff sollte jederzeit und überall preiswert und unproblematisch zur Verfügung stehen.

MB-Dieselmotoren sind ausgelegt für Dieselmotorkraftstoffe, die den jeweiligen nationalen und internationalen Anforderungen (in Europa EN 590) entsprechen.

Konventionelle Dieselmotorkraftstoffe

Konventionelle Dieselmotorkraftstoffe, wie sie seit vielen Jahren weltweit für schnell laufende Dieselmotoren verwendet werden, sind Kohlenwasserstoff-Verbindungen, die im Bereich zwischen 180 °C und 360 °C bei der fraktionierenden Rohöl-Destillation in den Raffinerien anfallen. Diese Kohlenwasserstoff-Verbindungen können sehr unterschiedliche Molekülstrukturen haben, die natürlich verschiedene Eigenschaften aufweisen.

Chemischer Aufbau des Dieselmotorkraftstoffes

Die Verbindungsmöglichkeiten des vierwertigen Kohlenstoffes C mit dem einwertigen Wasserstoff H sind vielfältig. Es gibt lineare und unterschiedlich stark verzweigte Ketten sowie verschiedenartige Ringsysteme, die gesättigt oder ungesättigt sein können, die Zahl der Mehrfachbindungen ist ebenfalls unterschiedlich.

Alkane sind kettenförmige gesättigte Kohlenwasserstoffe mit der Summenformel C_nH_{2n+2} . Diese werden auch Paraffine genannt und bilden einen großen Anteil des Dieselmotorkraftstoffes. Normal-Paraffine (linear) haben eine gute Zündwilligkeit und günstiges Rauchbildungsverhalten, das Kältefließvermögen ist jedoch schlecht. Aufgrund der niedrigen Dichte ist auch der volumetrische Heizwert gering. Iso-Paraffine (verzweigt) haben dagegen eine ungünstigere Zündwilligkeit und ein besseres Kälteverhalten.

Alkene sind ungesättigte, kettenförmige (linear oder verzweigt) Kohlenwasserstoffe mit mindestens einer Doppelbindung. Bei einer Doppelbindung lassen sich diese mit der Summenformel C_nH_{2n} beschreiben. Diese, auch Olefine genannten Verbindungen, sind den Iso-Paraffinen im Verhalten ähnlich, sie können allerdings durch Alterung zur Bildung polymerer Feststoffe führen.

Cycloalkane sind ringförmige, gesättigte Kohlenwasserstoffe mit der Summenformel C_nH_{2n} . Diese, als Cycloparaffine oder noch besser als Naphthene bekannten Verbindungen, haben eine mäßige Zündwilligkeit, jedoch ein günstiges Kältefließverhalten. Dichte und volumetrischer Heizwert sind hoch.

Die Aromaten, ringförmige Kohlenwasserstoffe mit cyclisch konjugierten Doppelbindungen, haben eine geringe Zündwilligkeit, schlechtes Rauchverhalten und mäßiges Kältefließverhalten. Dichte und volumetrischer Heizwert sind hoch.

Anforderungen, Eigenschaften, Kennwerte (DIN EN 590)

Die für den Betrieb des Motors erforderlichen Eigenschaften des Dieselmotorkraftstoffes lassen sich entweder beschreiben oder mit Hilfe von Kennwerten näher festlegen. Diese Kennwerte, die in aller Regel auf genormten Prüfverfahren beruhen, sind zwar brauchbar, aber nicht in jedem Falle voll befriedigende Möglichkeiten, um die für den Umgang mit Dieselmotorkraftstoff und die für die Verbrennung im Motor wichtigen Qualitätskriterien zu definieren. Mit einer bestimmten Anzahl derartiger Kennwerte, für die Grenzwerte festgelegt sind, werden Normen für die Mindestanforderungen erstellt.

Die Additivierung des Dieselmotorkraftstoffes zur Qualitätsverbesserung ist unbedingt erforderlich und liegt in der Gesamtverantwortung des Kraftstoffherstellers (siehe hierzu Blatt 119.0 "Additive und Sekundärzusätze für Kraftstoffe").

Zündwilligkeit

Siedeverlauf

Der Siedeverlauf des Dieselmotorkraftstoffes liegt zwischen ca. 180 °C und 360 °C, wobei es weltweit beachtliche Unterschiede gibt. Der Dieselmotor ist allerdings in seinem Fahrverhalten nicht so stark vom Siedeverlauf seines Kraftstoffes abhängig wie der Ottomotor. Wenn jedoch ein zu großer Anteil des Dieselmotorkraftstoffes erst oberhalb ca. 350 °C verdampft bzw. das Siedende zu hoch in Richtung 380 °C oder noch höher liegt, führt dies zu starker Rauchbildung. Die Ausdehnung des Siedeverlaufs nach unten ist unkritischer, hat jedoch ebenfalls Grenzen.

Die europäische Dieselmotorkraftstoff Norm kennt drei Grenzwerte, nämlich

- bis 250 °C maximal 65 Vol.-% verdampft
- bis 350 °C minimal 85 Vol.-% verdampft
- den 95 - Vol.-%- Punkt bei maximal 360 °C

Schwefelgehalt

Der Schwefelgehalt des Dieselmotorkraftstoffes ist abhängig von der Herkunft des Rohöles, den Entschwefelungsmöglichkeiten der Raffinerien und ist durch Normen/Gesetze begrenzt.

Er ist einer der wichtigsten anwendungstechnischen Kenngrößen für Dieselmotorkraftstoff und wird daher auf einem eigenen Blatt 136.0 "Schwefel in Dieselmotorkraftstoffen" behandelt. Generell gilt, dass der Schwefelgehalt so gering wie möglich sein sollte.

Die hier diskutierte Absenkung des Schwefelgehalts, welche nicht nur im europäischen, sondern auch im nordamerikanischen Wirtschaftsraum in den letzten Jahren stattgefunden hat, hat die Problematik der Schmierfähigkeit des Dieselmotorkraftstoffes aufgeworfen (siehe Absatz Schmierfähigkeit). Dies ist damit zu erklären, dass beim Entschwefelungsprozess auch Kraftstoffkomponenten mit guten Schmiereigenschaften reduziert werden. Die Schmierfähigkeit des Kraftstoffes kann jedoch durch Zugabe von geeigneten Additiven ausreichend verbessert werden.

Kälteverhalten

Bei tiefen Außentemperaturen kann das Fließvermögen des Dieselmotorkraftstoffes infolge einer Ausscheidung von Paraffinkristallen beeinträchtigt werden.

Die für den Betrieb im Dieselmotor, generell gesehen, günstigsten Kohlenwasserstoff-Verbindungen haben einen großen Nachteil, sie sind nicht kaltebeständig, d. h., sie bilden schon bei geringen Minusgraden kristalline Strukturen. Diese Paraffinkristalle, die "zusammenwachsen", verstopfen Kraftstofffilter, -leitungen und das Dieseleinspritzsystem und machen damit den Betrieb unmöglich. Häufig ist zwar noch ein Starten möglich, dann aber bleibt der Motor stehen. Der Motor nimmt dadurch keinen Schaden, und nach entsprechender Erwärmung ist der Kraftstoff auch wieder fließfähig. Um solche Störungen zu verhindern, sind in den Wintermonaten Winter-Dieselmotorkraftstoffe mit besserem Kältefließverhalten auf dem Markt. Die guten Kälteeigenschaften resultieren aus einem hochwertigen Grundkraftstoff und der fachgerechten Additivierung mit Fließverbesserer durch die Hersteller. Diese Dieselmotorkraftstoffe sind in den meisten Fällen für die üblicherweise vorkommenden Außentemperaturen geeignet.

Wir empfehlen, nur Winter-Dieselmotorkraftstoffe zu verwenden, die an das lokale Klima angepasst sind.

Bei Fahrten in kältere Regionen sollte entweder bei Ankunft vor Ort oder bereits im Vorfeld der in bestimmten Märkten ganzjährig verfügbare winterfeste Dieselmotorkraftstoff getankt werden. Informationen über ganzjährig winterfesten Dieselmotorkraftstoff können bei den Tankstellenbetreibern erfragt werden.

In Mercedes-Benz Fahrzeugen sind Maßnahmen getroffen, die zum schnellen Aufheizen des Kraftstoffes führen. Bei ungeeigneten Kraftstoffqualitäten in Verbindung mit sehr niedrigen Temperaturen

Die Zündwilligkeit ist eine der wesentlichen Eigenschaften des Dieseldiesels. Sie ist in ihrer Bedeutung mit der Klopfbarkeit der Benzine trotzdem nur bedingt vergleichbar. Technisch gesehen ist Zündwilligkeit das Gegenteil der Klopfbarkeit.

Ausgedrückt wird die Zündwilligkeit als Cetanzahl, und zwar gemessen nach ISO 5165 (CFR-Motor) oder DIN 51773 (BASF-Prüfmotor) in einem genormten Prüfmotor und unter festgelegten Prüfbedingungen. Die Cetanzahl eines Dieseldiesels sagt aus, dass unter diesen Bedingungen die Zündwilligkeit dieses Dieseldiesels der Zündwilligkeit einer Mischung von Cetan (Hexadecan) und Heptamethylnonan (DIN 51773 verwendet hier 1-Methylnaphtalin) entspricht. Diese Methode hat sich bei konventionellen Dieseldieseln bewährt. Der häufig verwendete "Cetanzahlindex" stellt dagegen eine rechnerisch bestimmte Größe dar, die aus physikalischen Größen (z. B. Dichte, Siedecharakteristik) abgeleitet wird. Ihre Aussagekraft ist begrenzt.

Der Zündverzögerung, also die Zeitspanne zwischen dem Einspritzen und der Selbstzündung des Dieseldiesels, ist ein Maß für die Zündwilligkeit. Eine gute Zündwilligkeit, also eine hohe Cetanzahl, bedeutet einen geringen Zündverzögerung. Dies ist vor allem wichtig beim Motorstart, insbesondere beim Kaltstart. Das Motorengeräusch, die Laufruhe, ist ebenfalls von der Zündwilligkeit abhängig. DIN EN 590 legt eine Mindestcetanzahl von 51 fest. Gute handelsübliche Kraftstoffe liegen jedoch höher.

Zeitraum	Bemerkung	Fließverhalten – CFPP – Wert	Bemerkung
15. April bis 30. September		0 °C	Sommerdiesel
01. März bis 14. April bzw. 01. Oktober bis 15. November		-10 °C	Übergangsware
16. November bis 28. Februar (in Schaltjahren 29. Februar)		-20 °C	Winterdiesel

Der Cloud Point liegt oberhalb des CFPP und definiert die Temperatur des Beginns der Kristallausfällung. Prinzipiell ist daher auch eine Einschränkung der Kältefahrbarkeit oberhalb des CFPP – besonders bei längerem Kälteeinfluss – möglich.

Bei allen Mercedes-Benz PKWs und Nutzfahrzeugen ist die Zumischung von Petroleum oder Flugturbinen-Kraftstoff zur Verbesserung der Kältefestigkeit aufgrund möglicher negativer Effekte auf das Dieseleinspritzsystem wegen mangelnder Schmierfähigkeit nicht mehr erlaubt. Die Verwendung von Benzin ist aus Gründen der Verschlechterung der Schmierfähigkeit des Kraftstoffs und aus Sicherheitsgründen (Flammpunktabsenkung) unzulässig.

Es gibt seit längerem Fließverbesserer als Additive (Sekundäradditive) auf dem Markt. Durch nachträgliche Zugabe haben sie im Allgemeinen nicht den gewünschten Effekt. Das Tanken von Dieseldieseln mit einer ausreichenden Kältefestigkeit ist daher essenziell für einen zuverlässigen Winterbetrieb des Fahrzeugs.

Für arktische Klimazonen gibt es Polardieseln mit extremer Kältefestigkeit. Gegenüber Dieseldieseln für gemäßigtes Klima unterscheidet sich dieser neben den Kälteeigenschaften hauptsächlich durch die Dichte, Viskosität und das Siedeverhalten.

Dichte

In Europa ist für die Dichte von Dieseldieseln ein Wert zwischen 820 und 845 kg/m³ bei 15 °C festgelegt. Bis Ende 1999 war als oberer Grenzwert 860 kg/m³ zulässig. Weltweit gibt es noch immer Märkte mit ähnlich hohen Werten, teilweise sogar ganz ohne eine Vorgabe für die Dichte.

Kraftstoffhersteller und -lieferanten legen Wert auf eine möglichst große Bandbreite der zulässigen Dichte.

Ein möglichst eng spezifiziertes Intervall ist vor dem Hintergrund wünschenswert, dass der Kraftstoff zwar nach Volumen gekauft wird und die Einspritzpumpe volumetrisch zuzmisst, andererseits aber der Heizwert üblicherweise mit einer Dichtezunahme skaliert. Es ist nicht möglich, bei gegebener Einspritzpumpeneinstellung mit einem sehr leichten Kraftstoff (niedrige Dichte) die erforderliche Leistung zu erzielen und mit einem sehr schweren Kraftstoff (hohe Dichte) die Emissionsanforderungen einzuhalten.

Viskosität

Die Viskosität, die Zähigkeit des Dieseldiesels, ist verantwortlich für die Fließvorgänge und die Verschleißverhinderung im Dieseleinspritzsystem und beeinflusst die Aerosolbildung im Brennraum. Gemäß EN-Norm kann sie bei 40 °C gemessen, zwischen 2,0 und 4,5 mm²/s betragen. Dieses große Toleranzband wird vorteilhafterweise in aller Regel nicht ausgenutzt.

Additive

kann es dennoch zur Filterverstopfung kommen.

Messtechnisch versucht man das Kälteverhalten der Dieseldiesels unter anderem mit dem Trübungspunkt (Cloud Point), dem Stockpunkt (Pour Point) und der Filtrierbarkeit (Cold Filter Plugging Point) zu erfassen. Eine eindeutige Aussage bis zu welcher Temperatur ein Fahrzeug noch zuverlässig betrieben werden kann, lässt sich jedoch aus diesen Parametern nicht treffen.

Heute wird allgemein der "Grenzwert der Filtrierbarkeit" nach dem "Cold Filter Plugging Point" (EN 116) zur Beurteilung der Kälteperformance angewendet. Bei dieser Methode, CFPP genannt, wird die tiefste Temperatur bestimmt, bei der eine vorgegebene Kraftstoffmenge innerhalb einer bestimmten Zeit durch ein definiertes Sieb fließt bzw. gesaugt werden kann. Nach deutscher Norm gelten folgende Werte für den CFPP:

Ein Nichtbeachten dieser Regeln kann frühzeitiges Verstopfen des Kraftstofffilters und Fahrbarkeitsprobleme im Winter verursachen.

Flammpunkt/Gefahrenklasse

Der Flammpunkt des Dieseldiesels muss, gemessen nach ISO 2719, über 55 °C betragen. Der Flammpunkt ist die Temperatur, bei der die Dämpfe des Dieseldiesels durch Anwendung einer Zündquelle entzündet werden können. Dies ist für die motorische Verbrennung zwar ohne Bedeutung, jedoch wichtig für den sicheren Umgang mit dem Dieseldieseln. Durch diese Festlegung gelten erleichterte Transportbedingungen für den Dieseldieseln.

Bereits geringe Beimischungen von Benzin setzen den Flammpunkt von Dieseldieseln deutlich herab. Während der Flammpunkt des Dieseldiesels höher als der des Benzins ist, ist die Selbstzündtemperatur bei Dieseldieseln niedriger als bei Benzin.

Reinheit

Dieseldieseln muss frei von organischen Säuren und festen Fremdstoffen und bei Raumtemperatur klar sein.

Der Wassergehalt darf, um Korrosion zu verhindern, nicht über 200 mg/kg liegen. Um zu verhindern, dass metallorganische, verschleißfördernde Verbindungen im Dieseldieseln enthalten sind, wurde der zulässige Aschegehalt auf maximal 0,01 Gew.-% festgelegt. Zur Verkokung neigende Dieseldieseln-Komponenten können erhebliche motorische Probleme hervorrufen, z. B. Düsenverkoken und übermäßige Brennraumablagerungen. Daher wird der Koksrückstand vom 10%-Destillationsrückstand limitiert.

Schmierfähigkeit

Die in den letzten Jahren aus Umweltschutzgründen erfolgte Absenkung des Schwefelgehaltes hat die Problematik der Schmierfähigkeit des Dieseldiesels aufgeworfen, da bei der hierzu notwendigen Hydrierung des Mitteldestillates natürliche Schmierverbesserer des Kraftstoffs mit entfernt werden.

Die Zugabe von schmierverbessernden Additiven war nach der Absenkung des Schwefelgehaltes im Dieseldieseln zwingend erforderlich, um in der Vergangenheit aufgetretenen Verschleiß an der Einspritzanlage zu vermeiden. Mittlerweile ist die Zugabe dieser schmierverbessernden Additive zu Dieseldieseln, die Fettsäuremethylester ("FAME") enthalten, nicht mehr erforderlich, da FAME selbst eine schmierverbessernde Wirkung hat.

In der EN 590 ist die Schmierfähigkeit geregelt durch Anforderungen im "HFRR-Test" ("High Frequency Reciprocating Rig Test"), bei dem eine Kugel unter Last auf einer Platte in erzwungene Schwingungen versetzt wird, wobei der zu prüfende Dieseldieseln als Schmiermedium dient. Dieser Test ist in der ISO-Prüfmethode 12156-1

Für die Dauerhaltbarkeit und Sauberkeit der Motoren und der Kraftstoffanlage, die Aufrechterhaltung der günstigen Abgaswerte sowie zum Erzielen eines insgesamt guten Betriebsverhaltens stellt die Verwendung **gut additiver Dieselkraftstoffe** eine notwendige, auf lange Sicht auch kostengünstige Maßnahme dar.

Im Hinblick auf die Versorgung mit solchen Kraftstoffen ist der Einzelkunde darauf angewiesen, dass die von ihm angefahrenen Tankstellen additivierte Produkte vertreiben; dieses ist nach den uns übermittelten Stellungnahmen bei großen Firmen flächendeckend, bei nicht an große Versorger gebundenen, "freien" Tankstellen meistens der Fall. Großkunden sollten in bilateralen Verhandlungen auf die Lieferung additiver Ware achten.

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass nach unserer Einschätzung die prozentual geringfügigen Kraftstoff-Mehrkosten durch Einsparung bei Instandhaltung und Wartung sowie geringerer Reparaturanfälligkeit mehr als ausgeglichen werden. Typische, mittels gut additiviertem Kraftstoff vermeidbare Reklamationen sind z. B. Verkoken von Einspritzdüsen, Verschleiß- und Korrosionsschäden in der gesamten Kraftstoffanlage. Außerdem wird durch die kontinuierlich günstigen Abgaswerte die Umwelt entlastet.

Eine noch größere Bedeutung erhält die Kraftstoffadditivierung, wenn die Problematik der Schmierfähigkeit bei schwefelarmen Kraftstoffen mitbetrachtet wird (s. Abschnitt "Schmierfähigkeit"). Unter diesen Gesichtspunkten ist eine optimale Additivierung keine Option, sondern eine Notwendigkeit.

Die Additivierung sollte vom Lieferanten in seiner Eigenschaft als Qualitätsverantwortlicher für den Kraftstoff vorgenommen werden. Die Anwendung von Sekundärzusätzen (siehe dazu Blatt 119.0) erfolgt immer in eigener Verantwortung des Fahrzeugbetreibers, da deren Verwendung die Gewährleistung sowohl des Fahrzeug- als auch des Kraftstofflieferanten beeinträchtigen kann.

Lagerung und Umschlag

Die folgenden Hinweise sind in erster Linie an diejenigen unserer Kunden gerichtet, welche eine eigene Tankstellenanlage besitzen. Dieselkraftstoff ist ein wertvoller Energieträger. Soll seine Anwendung im Fahrzeug - den Erwartungen des Kunden entsprechend - problemlos vor sich gehen, müssen gewisse technische Grundregeln beachtet werden.

Kraftstoffbehälter sollten niemals alternierend betrieben werden. Eine wechselweise Befüllung mit Diesel- und mit Ottokraftstoff muss also vermieden werden. Bei Bedarf an beiden Kraftstoffsorten sollen (mindestens) zwei eindeutig getrennte Kraftstoffbehälter eingerichtet werden. Wird dies nicht beachtet, sind wechselweise Kontaminierungseffekte unvermeidlich.

Insbesondere Kunden, die nicht oft Dieselkraftstoff beziehen, sollten ihren Bestand an Sommer- und Übergangskraftstoff vor Lieferung der Winterqualität nach Möglichkeit vollständig verbrauchen.

Der Bodentank darf kein Wasser oder anderen Schmutz enthalten. Dies gilt besonders vor einer Befüllung mit Winterdieselkraftstoff. Falls doch Verunreinigungen enthalten sind, ist eine Tankreinigung durchführen zu lassen. Bodentanks müssen in regelmäßigen Abständen kontrolliert werden!

Wird die Änderung der Versorgung von nicht additiviertem auf additivierten Kraftstoff vorgenommen, so ist vorher in besonderem Maße auf saubere Lagertanks zu achten. Die im additivierten Kraftstoff vorhandenen Detergentien, die zur Sauberhaltung der Fahrzeug-Kraftstoffsysteme dienen, können auch Schmutzteilchen aus den Lagertanks in die Kraftstoffanlage des Fahrzeugs tragen und somit zur schnelleren Verstopfung der Filter beitragen.

beschrieben. Als maximal zulässiger Grenzwert der Schmierfähigkeit im HFRR-Test sind maximal 460 µm bei 60 °C für Europa festgelegt. Obwohl die Methode in der Branche weitgehend akzeptiert ist, bestehen noch Kritikpunkte an Präzision und Aussagekraft (d. h. Korrelation zur Praxis) des Tests.

FAME-Gehalt

Die EN 590 lässt seit Ausgabe 2009 ausdrücklich die Zumischung von maximal 7 Vol.-% Fettsäuremethylester ("FAME") zu. Dies darf keinen negativen Einfluss auf die Dieselkraftstoffqualität haben, d. h., die Anforderungen der EN 590 sind nach wie vor einzuhalten. Besonders ist festzuhalten, dass in Europa nur eine FAME-Qualität für die Beimischung zugelassen ist, welche die Vorschriften der EN 14214 für FAME erfüllt. Weitere Informationen hierzu siehe Blatt 135.0 "Fettsäuremethylester (FAME) als Dieselkraftstoff".

Mikroorganismen im Dieselkraftstoff

Bei einem hohen Wassergehalt mit Ausbildung einer eigenen Wasserphase im Kraftstoffbehälter kann es zu mikrobiologischem Wachstum im Kraftstoffbehälter kommen (Dieselpest). Durch längere Standzeiten wird ein mikrobiologischer Befall begünstigt. Neben korrosiven Ausscheidungsprodukten der Mikroorganismen entsteht hierbei auch Bioschlamm, der die Kraftstoffanlage verstopfen kann. Folgende Symptome deuten darauf hin, dass ein Fahrzeug- oder Bodentank mit Mikroorganismen befallen ist:

- Häufiger Kraftstoff-Filterwechsel notwendig aufgrund von Leistungsverlust, gelartige Substanz im Filter
- Verstärktes Auftreten von Tankinnenkorrosion

Sonstiges

Fast alle vorher erwähnten Eigenschaften bzw. Kennwerte sind voneinander abhängig. Dies gilt insbesondere für Dichte, Siedeverlauf, Viskosität, Flammpunkt, Kälteverhalten und Zündwilligkeit. Wenn eine Eigenschaft geändert wird, verändern sich die anderen zwangsläufig mit.