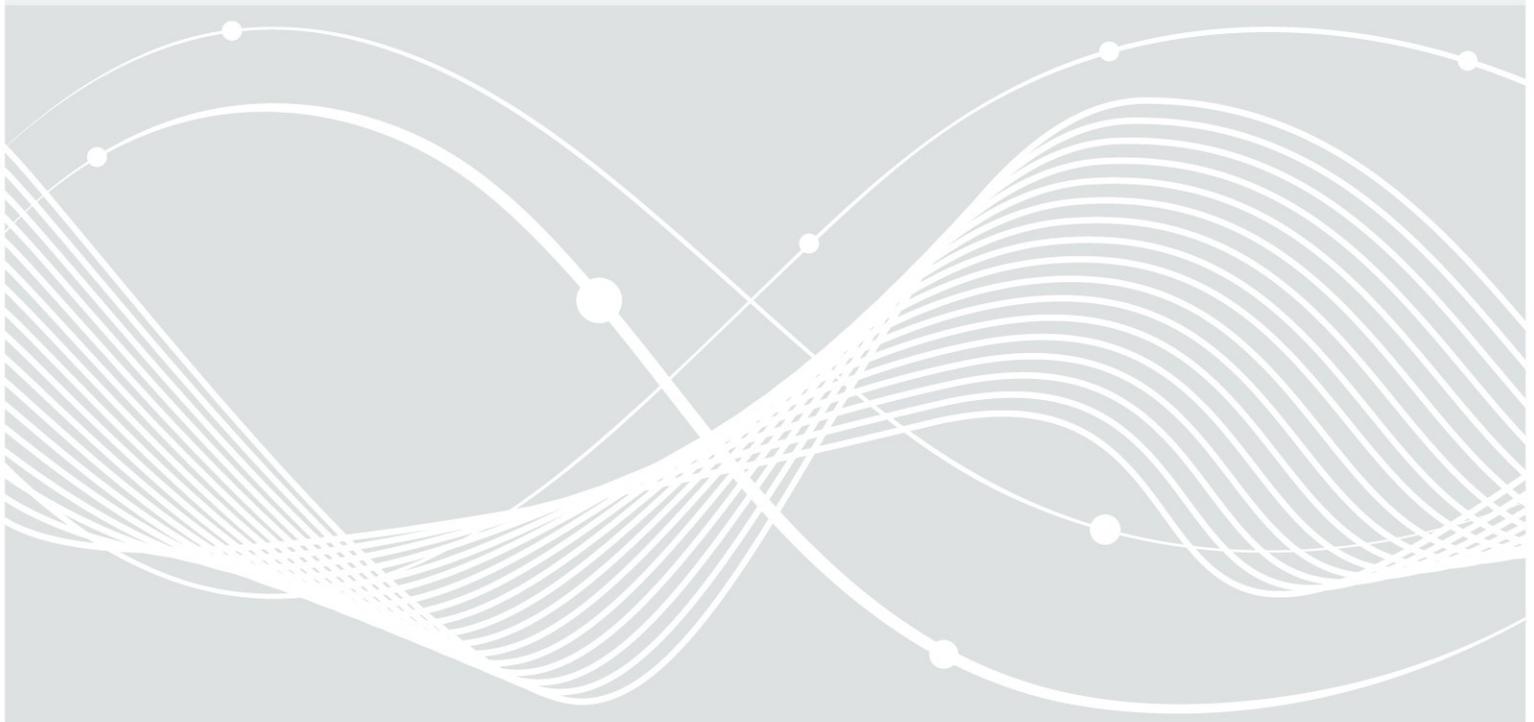




Bundesamt  
für Sicherheit in der  
Informationstechnik

# Neue Erkenntnisse zur Lagerfähigkeit von Brennstoffen für Netzersatzanlagen

Stand: Januar 2015



Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik  
Postfach 20 03 63  
53133 Bonn  
Tel.: +49 22899 9582-333  
E-Mail: [Sicherheitsberatung@bsi.bund.de](mailto:Sicherheitsberatung@bsi.bund.de)  
Internet: <https://www.bsi.bund.de>  
© Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik 2015

---

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Ausgangslage.....	5
3	Brennstoffe.....	6
3.1	Probennahme.....	6
3.2	Dieselkraftstoff nach DIN EN 590.....	7
3.2.1	Additive für Diesel.....	7
3.3	Diesel-Heizöl-Gemisch.....	8
3.4	Schwefelarmes Heizöl.....	8
3.4.1	Cetanzahl.....	8
3.4.2	Herstellervorbehalte für den Heizöl-Betrieb.....	8
3.4.3	Steueraspekt.....	9
4	Fazit und Maßnahmenempfehlungen.....	10
5	Umgang mit kritischen Tankinhalten.....	11
6	Quellen.....	12

# 1 Einleitung

In letzter Zeit ist der Begriff „Dieselpest“ immer wieder einmal gefallen, wenn es um die Frage ging, wie lange Dieselkraftstoff in Tanks von Netzersatzanlagen gelagert werden kann, bevor er unbrauchbar wird und welchen Anteil die vom Gesetzgeber gewollte Beimischung von Fettsäuremethylester (FAME, auch Biodiesel genannt) an Problemen mit der Langzeitlagerung hat.

Um diese Frage zu klären, hat das Bundesministerium des Inneren beim „Institut für Wärme und Oeltechnik e.V.“ (IWO) in Hamburg die Durchführung einer entsprechenden Studie zur Brennstoffqualität in Netzersatzanlagen (NEA) initiiert, die in diesem Dokument zusammengefasst dargestellt wird.

Vom Frühjahr 2014 bis in den Herbst 2014 wurde der Brennstoff von 74 der in Deutschland geschätzten gut 9.000 Netzersatzanlagen beprobt. Die durchgeführten Analysen führen zu der dringenden Empfehlung, Netzersatzanlagen künftig nicht mehr mit Diesel, sondern ausschließlich mit schwefelarmem Heizöl zu betanken und zu betreiben, sofern die Motoren-Hersteller der NEAs den Betrieb mit Heizöl zulassen.

Hinweis:

In dieser Zusammenfassung sind wörtlich aus der Studie zitierte Textpassagen enthalten. Zum Zweck der besseren Lesbarkeit wurde mit Zustimmung der Autoren der Studie auf eine explizite Ausweisung der Zitatstellen verzichtet.

Der hier erforderlichen Kürzung der 48 Seiten umfassenden Studie sind gewisse Unschärfen und Auslassungen geschuldet, die aber den Grundtenor der Studie nicht verfälschen. Auch hierfür liegt die Zustimmung der Autoren der Studie vor.

## 2 Ausgangslage

Mit dem am 26. Oktober 2006 in Kraft getretenen Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) ist seit dem 1. Januar 2007 die Verpflichtung verbunden, herkömmlichen Kraftstoffen von Verbrennungsmotoren Biokraftstoff beizumischen. Für den in Netzersatzanlagen üblichen Dieselmotorkraftstoff bedeutet das eine FAME-Beimischung von bis zu 7 % (V/V<sup>1</sup>).

Die den Dieselmotorkraftstoff beschreibende Norm DIN EN 590 geht bei allen darin genannten technischen Werten davon aus, dass Diesel bei der üblichen Nutzung in Fahrzeugen oder dauerhaft laufenden ortsfesten Dieselmotoren eine maximale Lagerzeit von 90 Tagen hat.

Bei der Verwendung von Dieselmotorkraftstoff für NEAs ist hinsichtlich der zu erwartenden Lagerdauer jedoch von anderen Voraussetzungen auszugehen als im typischen LKW- oder PKW-Betrieb. Hier lagert der Brennstoff mitunter über mehrere Jahre, allenfalls durch die regelmäßigen Probeläufe in geringem Maß verbraucht und dann auch alsbald nachbetankt.

---

1 Volumenprozent

## 3 Brennstoffe

Bei den 74 beprobten NEAs wurden drei Brennstoffgruppen differenziert:

- Dieselmotorkraftstoff mit variierendem FAME-Anteil
- Gemische aus Dieselmotorkraftstoff und Heizöl
- schwefelarmes Heizöl

Dass in einzelnen Proben weitere Brennstoffe gefunden wurden, wird in dieser Zusammenfassung nicht berücksichtigt.

Für die einzelnen Gemische haben sich folgende Werte für die Nutzbarkeit herausgestellt:

		Diesel nach DIN EN 590		Diesel-Heizöl-Gemisch		Heizöl nach DIN 51603-1		Gesamtheit	
		Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Gesamtzahl der NEAs		25	100 %	13	100 %	31	100 %	74	100 %
Verwendbarkeit	nicht mehr verwendbar	8	32 %	3	16,7 %	2	6,5 %	13	17,6 %
	so stark gealtert, dass der Brennstoff sofort zu verbrauchen oder spätestens innerhalb der nächsten 3 Monate ausgetauscht werden muss	7	28 %	2	11,1 %	0	0 %	9	12,2 %
	noch gebrauchsfähig aber schon so nah an der Grenze, dass spätestens in 6 Monaten eine erneute Analyse vorgenommen werden sollte	8	32 %	7	38,9 %	7	22,6 %	22	29,7 %
	keine Einschränkungen der Gebrauchsfähigkeit	2	8 %	3	33,3 %	22	70,9 %	30	40,5 %

Die drei wesentlichen Aussagen, die aus dieser Beprobung abzuleiten sind, lauten:

- Für 60 % der Dieselmotorkraftstoff-Proben musste die unmittelbare oder kurz bevorstehende Unbrauchbarkeit festgestellt werden. Bei Heizöl trifft das nur für 2 der 31 Proben zu.
- Bei ca. einem Drittel der mit Diesel betankten NEAs war der Brennstoff zwar noch gebrauchsfähig. Die Degradation<sup>2</sup> war aber schon recht weit fortgeschritten.
- Bei einem knappen Drittel (29,8 %) der 74 NEAs ist der Brennstoff unbrauchbar oder zumindest in einem sehr kritischen Zustand.

### 3.1 Probennahme

Alle in dieser Übersicht berücksichtigten Proben wurden bei den betroffenen NEAs aus dem Tagestank entnommen. Der Tagestank befindet sich meist in unmittelbarer Nähe der mitunter auf ca. 30°C bis 40°C vorgeheizten NEA, was zu einer permanenten Grunderwärmung des Tankinhalts führt.

Bei modernen Dieselmotoren wird zudem ein Teil des zum Motor gepumpten Brennstoffs wieder in den speisenden Tagestank zurückgeführt. Dieser durch den Motor erwärmte Brennstoff heizt den Tagestank

<sup>2</sup> Verringerung der Gebrauchsfähigkeit des Brennstoffs

zusätzlich auf. Die so bewirkte Erwärmung des Brennstoffs fördert auf vielfältige Weise die unter 3.2 erläuterten nachteiligen Veränderungen des Diesels. Der Inhalt des Tagestanks ist aus den genannten Gründen deutlich stärker der negativen Wirkung von Wärme ausgesetzt als der meist separat und kühler stehende Haupttank.

Das bedeutet aber nicht, dass der Brennstoff im Haupttank ungefährdet wäre. Stichproben aus Haupttanks haben gezeigt, dass teilweise auch die dort gelagerten Brennstoffe (Diesel und Diesel-Heizöl-Gemisch) bis an die Grenze der Verwendbarkeit gealtert waren.

## 3.2 Dieselkraftstoff nach DIN EN 590

Ursache für die seit geraumer Zeit bekannt gewordenen Probleme mit Dieselkraftstoff in NEAs ist der FAME-Anteil. Dieser ist nicht langzeitstabil und zersetzt sich selbst unter optimalen Lagerbedingungen mit der Zeit in Wasser und Säuren. Mit diesem Zerfall geht gleichzeitig ein Rückgang der Cetanzahl<sup>3</sup> und der Oxidationsstabilität einher. Schon allein diese Alterung des Biodiesel-Anteils reicht aus, um den Dieselkraftstoff insgesamt in verhältnismäßig kurzer Zeit so negativ zu verändern, dass die in NEAs eingesetzten Dieselmotoren damit nicht mehr lauffähig sind.

Ein paar Beispiele:

- Laut DIN EN 590 muss Dieselkraftstoff eine Oxidationsstabilität von 20 Stunden haben. Von den 25 mit Diesel betankten NEAs wurde dieser Wert nur bei 7 Anlagen erreicht oder überschritten. Bei 72 % der Anlagen wurde der Sollwert also nicht erreicht.
- Der Wassergehalt darf laut Norm 200 mg/kg nicht übersteigen. Bei 5 der 25 mit Dieselkraftstoff betriebenen Anlagen lag der Wassergehalt mit bis zu 270 mg/kg deutlich über dem Grenzwert, eine weitere lag bei ca. 190 mg/kg. Diese mitgerechnet, war bei 24 % der Anlagen der Wassergehalt zu hoch.
- Die Gesamtverschmutzung darf höchstens 24 mg/kg betragen. Bei 4 Anlagen (16 %), die mit Dieselkraftstoff betrieben wurden, lag sie zwischen 40 und 344 mg/kg.

Die Gesamtverschmutzung entsteht durch die normale Alterung, auch in rein mineralischen Brennstoffen. Im Dieselkraftstoff gibt es aber noch zwei weitere Ursachen dafür. Zum einen fördert die durch die Zersetzung des FAME entstehende Wasserphase zusammen mit dem im FAME gebundenen Sauerstoff das Wachstum von Mikroorganismen. Genau genommen ist nur das die sogenannte „Dieselpest“. Zum anderen aktiviert Diesel mit FAME-Anteil als Katalysator die üblicherweise als Brennstoffleitung verwendeten Kupferrohre, was den Kupferanteil im Brennstoff erhöht. Diese weitere Verschmutzung fördert zum einen die Alterung und den Zerfall des FAME-Anteils erheblich und gefährdet zum anderen die einwandfreie Funktion des Motors.

Man kann feststellen, dass 60 %<sup>4</sup> der mit Dieselkraftstoff betankten NEAs mit großer Wahrscheinlichkeit nach kurzem Anlauf wieder abgeschaltet hätten oder gar nicht angelaufen wären. Über mögliche Folgeschäden an den Motoren selbst sagt die Studie nichts aus. Dem BSI ist aber ein kapitaler Motorschaden einer NEA bekannt, der durch nicht mehr gebrauchsfähigen Dieselkraftstoff verursacht wurde.

### 3.2.1 Additive für Diesel

Bislang werden hauptsächlich Biozide gegen Mikroorganismen als Additiv eingesetzt. Damit wird aber nur der Folge der Degradation von Dieselkraftstoff mit FAME-Anteil entgegen gewirkt. Die Degradation des Diesels und damit die Bildung von Wasser und Säuren ist über die Additivierung mit Bioziden nicht vermeidbar.

3 Maß der Zündwilligkeit

4 Siehe Tabelle auf Seite 6.

Für die Langzeitlagerung von Diesel mit FAME-Anteil wären Additive erforderlich, die den Zerfall des Diesels unterbinden oder ausreichend hemmen. Hierfür ausreichend wirksame und hinreichend nebenwirkungsfreie Additive sind derzeit aber nicht bekannt.

### 3.3 Diesel-Heizöl-Gemisch

Allein schon der geringere Biodieselanteil bewirkt, dass bei diesen Proben mit knapp 28 % der Anteil der nahezu oder vollständig unbrauchbaren Tankfüllungen deutlich geringer war als bei den reinen Diesel-Betankungen.

### 3.4 Schwefelarmes Heizöl

Das ausgesprochen positive Ergebnis mit nur 6,5 % kritischen Proben beim Heizöl macht den Gesamttenor der Untersuchungsergebnisse überdeutlich: Wird eine NEA mit schwefelarmem Heizöl nach DIN 51603-1 betrieben, gibt es die wenigsten Probleme mit der Brennstoff-Alterung.

#### 3.4.1 Cetanzahl

Die Cetanzahl ist ein Maß für die Zündwilligkeit von Dieselmotoren. Entsprechend nennt die DIN EN 590 den Wert von 51,0 als Mindestwert für normkonformen Diesel. Dieser Wert wird sowohl mit komplett mineralischem Dieselmotorenkraftstoff wie auch mit FAME-Anteil erreicht.

Für Heizöl, das von der Idee her nicht für die Verwendung in Verbrennungsmotoren gedacht ist, ist eine Cetanzahl in der entsprechenden Norm (DIN 51603-1) nicht definiert. Von den 31 bei Heizöl gezogenen Proben wurden 26 hinsichtlich der Cetanzahl untersucht. Bei 15 Proben wurde eine Cetanzahl von 51 und mehr festgestellt, diese also hinsichtlich der Cetanzahl der Dieselnorm „unbeabsichtigt“ genügten. 10 Proben hatten eine Cetanzahl zwischen 45 und 51 und nur eine Probe hatte mit 42 eine noch niedrigere Cetanzahl.

Obschon die Norm für Diesel eine Cetanzahl von mindestens 51 nennt, teilen einige Motorenhersteller mit, dass deren Motoren auch schon ab 45 problemlos laufen. Sogar der eine Motor, der mit 42er-Heizöl betrieben wurde, hat bislang in allen Probeläufen problemlos funktioniert. Das zeigt, dass eine von der Dieselnorm nach unten abweichende Cetanzahl unter 51 nicht automatisch ein KO-Kriterium für die Verwendung von Heizöl in NEAs ist. Dennoch sollte zum Langzeitschutz der Motoren die Cetanzahl bei 51 oder höher liegen. Das ist bei Heizöl durch Hinzufügen eines geeigneten Additivs leicht erreichbar.

#### 3.4.2 Herstellervorbehalte für den Heizöl-Betrieb

Ein bislang noch nicht gelöstes Problem stellen oft die Betriebs- und Gewährleistungsbedingungen der Motorenhersteller dar. Darin wird meist die ausschließliche Verwendung von Diesel nach DIN EN 590 gefordert. Werden solche NEAs mit entsprechend additiviertem schwefelarmem Heizöl betrieben, sind Motorschäden zwar genauso wenig zu erwarten wie bei einem Betrieb mit Diesel. Im Falle eines Falles könnte der Hersteller aber mit Hinweis auf den Heizölbetrieb Gewährleistungsansprüche zurückweisen.

Dieses Problem wird sich in Zukunft hoffentlich erledigen. Einige Motorenhersteller geben auf Grund der schlechten Erfahrungen mit Dieselmotorenkraftstoff für NEAs den ausschließlichen Betrieb mit schwefelarmem Heizöl nicht nur frei, sie schreiben ihn sogar vor.

### 3.4.3 Steueraspekt

Im Leitfaden für die Planung, Einrichtung und den Betrieb einer Notstromversorgung in Unternehmen und Behörden verweist das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe auf folgende Regelung:

„Heizöl darf auch unter steuerlichen Gesichtspunkten als Kraftstoff in Notstrom- und Netzersatzanlagen verwendet werden. Die Rechtsgrundlagen hierfür finden sich in § 2 Abs. 3 i.V.m. § 3 Abs. 1 Nr. 1 des Energiesteuergesetzes (EnergieStG). Besondere Anmeldepflichten sind damit nicht verbunden. Es muss sich bei den Stromaggregaten um ortsfeste Anlagen handeln. Der Begriff "ortsfest" wird in § 3 Abs. 2 EnergieStG wie folgt definiert: "Ortsfest im Sinn dieses Gesetzes sind Anlagen, die während des Betriebs ausschließlich an ihrem geografischen Standort verbleiben und nicht auch dem Antrieb von Fahrzeugen dienen." Daher werden auch eigentlich mobile Stromerzeuger von dieser Begünstigung erfasst (nur darf während der Stromerzeugung der Standort nicht verändert werden).

Diese Angaben beruhen auf Informationen des Zoll, sind aber aus rechtlichen Gründen nicht verbindlich.“ (Zitat Ende)

## 4 Fazit und Maßnahmenempfehlungen

Über die den bisherigen Analyse-Ergebnissen zugrunde liegenden Brennstoffproben aus 74 NEAs hinaus wurden inzwischen rund 100 weitere Proben gezogen und analysiert. Erste Ergebnisse bestätigen alle bislang erkannten Tendenzen. Es kann also derzeit davon ausgegangen werden, dass diese Ergebnisse mit ausreichend hoher Zuverlässigkeit auf alle NEAs übertragbar sind.

Für die mit **Dieselmkraftstoff** betankten und untersuchten NEAs gelten folgende Feststellungen<sup>5</sup>:

**Bei 60 % der NEAs war der Brennstoff zum Zeitpunkt der Probennahme oder in naher Zukunft nicht mehr verwendbar.**

**Bei ca. einem Drittel aller NEAs war der Brennstoff zwar noch verwendbar, aber schon deutlich gealtert.**

**Nur bei 8 % der NEAs ist der Brennstoff uneingeschränkt verwendbar.**

Aus den Analysen ergeben sich folgende Handlungsempfehlungen:

- Für die Betankung von NEAs ist ausschließlich speziell additiviertes schwefelarmes Heizöl nach DIN 51603-1 zu verwenden..

Liegt für die NEA noch keine Freigabe des Motorenherstellers für den reinen Heizölbetrieb vor, ist diese beim Hersteller zu erwirken. (siehe auch 3.4.2)

- Es darf nur ein Additiv verwendet werden, das explizit für schwefelarmes Heizöl in Netzersatzanlagen abgestimmt ist.
- Zur Sicherung der Brennstoffqualität ist (unabhängig von der Brennstoffart) diese in regelmäßigen Abständen, abhängig von den Ergebnissen der jeweils letzten Analyse, mindestens jedoch alle 12 Monate, festzustellen und zu bewerten.

Bei allen noch nicht untersuchten Tankinhalten ist eine sofortige Beprobung und Analyse dringend angeraten.

- Grundsätzlich sind alle Öl-führenden Leitungen in Edelstahl oder Aluminium auszuführen. Für die Leitungen zwischen Tagestank und Motor ist das unerlässlich. Die Leitung zwischen Haupt- und Tagestank ist als Einstrangversorgung zu installieren. Auch für diese Leitung sind Edelstahl oder Aluminium als Werkstoff dringend zu empfehlen.
- Am Tagestank ist durch einen WHG-Fachbetrieb und nach gewässerschutzrechtlichen Vorschriften und den einschlägigen technischen Regeln an geeigneter Stelle eine Entnahmevorrichtung zur Entnahme von Proben anzubringen.

<sup>5</sup> Siehe Tabelle auf Seite 6.

## 5 Umgang mit kritischen Tankinhalten

Eine regelmäßige Beprobung und Analyse der Tankinhalte hat nicht nur den Nutzen, die Betriebssicherheit einer NEA zu gewährleisten. Durch sie ist es auch möglich, die Entwicklung der Brennstoffqualität über die Zeit hinweg zu beobachten und noch vor Erreichen eines kritischen Zustands den Brennstoff austauschen zu können.

Sofern sich die Qualitätsparameter, wenn auch an der Grenze, aber noch im normkonformen Bereich befinden, ist es möglich, diesen Brennstoff gegen einen kleinen Erlös an entsprechende Händler zu verkaufen. Ist der Brennstoff hingegen nicht mehr normkonform, muss er kostenpflichtig entsorgt werden. Die Preise hierfür liegen je nach Menge im Bereich von 0,20 Euro bis 2 Euro pro Liter.

Allein aus wirtschaftlichen Gründen kann es also zweckmäßig sein, regelmäßig einige hundert Euro für eine Analyse auszugeben und dann ggf. noch einen Verkaufserlös zu erzielen, als die Kosten der Brennstoffentsorgung tragen zu müssen.

## 6 Quellen

Die komplette Studie sowie weitergehende Informationen zu Additiven und den Heizölzulassungen von Motorenherstellern sind zu finden unter [www.oexperten.de/netzersatzanlagen](http://www.oexperten.de/netzersatzanlagen) .

Das BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Provinzialstraße 93, 53127 Bonn) hat auf Grund der Ergebnisse der Studie seinen „**Leitfaden für die Planung, Einrichtung und den Betrieb einer Notstromversorgung in Unternehmen und Behörden**“ neu gefasst. Dieser ist auf folgender Internetseite des BBK veröffentlicht:

[www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/KritischeInfrastrukturen/Publikationen/Leitfaden\\_Notstromversorgung.html?nn=1899920](http://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/KritischeInfrastrukturen/Publikationen/Leitfaden_Notstromversorgung.html?nn=1899920)