



Inklusive  
der wichtigsten  
Produktdaten



# Heizöl: Fakten zum Brennstoff

HERSTELLUNG, EIGENSCHAFTEN & ZUKUNFTSFÄHIGKEIT

Innovationen für mehr Klimaschutz

# Öl weiter denken.



# Flüssige Energie von morgen

## Neue Entwicklungen für weniger Emissionen

Die aktuelle Heizölnorm erlaubt heute schon den Einsatz von hydrierten Pflanzenölen und hydrierten Altspeisefetten. Gemäß erster Untersuchungen sind Zumischungen bis 50 Volumenprozent anscheinend technisch machbar. Dies ist jedoch nur ein Anfang. Für die Zukunft geht es darum, das Potenzial alternativer Brennstoffe zur Treibhausgasminderung noch deutlich zu steigern. Durch die Fokussierung auf Algen, Reststoffe, Holz, Stroh und andere geeignete Rohstoffquellen wird eine Nutzungskonkurrenz zu Nahrungsmitteln bewußt vermieden.

## X-to-Liquid (XtL)-Verfahren

Unter X-to-Liquid wird die Herstellung synthetischer flüssiger Kohlenwasserstoffe aus den unterschiedlichsten Kohlenstoffquellen verstanden. Wasserstoff kann dabei entweder aus erneuerbarem Strom erzeugt werden oder befindet sich in gebundener Form bereits in den Rohstoffen. Die einzelnen Grundverfahren lassen sich dabei auch kombinieren und mit vorhandenen Industrieprozessen wie der Zementherstellung verknüpfen.

## Power-to-Liquid (PtL)

Das PtL-Verfahren erzeugt mithilfe von regenerativ erzeugtem Strom flüssige Energieträger. Durch Elektrolyse wird Wasserdampf in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Unter Druck, Temperatur und Katalysatorwirkung entsteht aus dem H<sub>2</sub> und beigemischem CO<sub>2</sub> eine Flüssigkeit aus Kohlenwasserstoffverbindungen. Diese lässt sich ähnlich wie Mineralöl in

einem Raffinerieprozess unter anderem zu Heizöl veredeln. Nicht nur für Verbraucher, auch für die heutigen Mineralöllieferländer eröffnet die PtL-Technologie neue Perspektiven. Vor allem in Ländern mit hoher Sonneneinstrahlung bietet es sich an, auf (Wüsten-)Flächen Photovoltaikanlagen zu installieren. Die gewonnene Energie kann durch PtL-Verfahren gespeichert und in seiner flüssigen Form einfach und sicher transportiert werden.

## Biomass-to-Liquid (BtL)

Zur Entwicklung emissionsarmer flüssiger Energieträger ist auch die Nutzung von Algen oder Pflanzenresten sowie anderen Abfallstoffen wie Kunststoffresten im Biomass- oder eben Waste-to-Liquid (BtL/WtL)-Verfahren ohne Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion möglich. Dabei wird durch die Pyrolyse (thermische Zersetzung unter Luftabschluss) dieser regenerativen Kohlenstofflieferanten Pyrolysegas bzw. -öl gewonnen. Vor allem Pyrolyseöl zeichnet sich durch eine besonders hohe Energiedichte und einfache Speicher- sowie Transportierbarkeit aus. Die Pyrolyseprodukte könnten z. B. anschließend in der Chemieindustrie und in Raffinerien als Rohstoff eingesetzt werden. Algen sind dabei nur ein Beispiel für die sogenannte dritte Generation der Biomasse. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass sie keine landwirtschaftlichen Flächen benötigt und auch nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion steht.



Öl weiter denken: Lösungen für mehr Klimaschutz



# Inhalt

|   |                |   |                |
|---|----------------|---|----------------|
| <b>Erdöl</b>  | <b>7</b>       | <b>Heizölzusätze (Additive)</b>                         | <b>22 – 24</b> |
| <b>Herstellung von Heizöl EL</b>  | <b>8 – 9</b>   | Fließverbesserer  | 22             |
| Destillation  | 8              | Stabilitätsverbesserer                                  | 23             |
| Konversionsverfahren  | 9              | Verbrennungsverbesserer                                 | 24             |
| Entschwefelung  | 9              | Wichtiges zum Einsatz von Additiven                     | 24             |
| Mischanlagen  | 9              | <b>Lagerung von Heizöl EL</b>                           | <b>25 – 26</b> |
| <b>Produkteigenschaften und Anforderungen für Heizöl EL</b>             | <b>10 – 18</b> | Frostsichere Lagerung ist gefordert                     | 25             |
| Genormte Qualität   | 10             | Tipps für die richtige Lagerung                         | 26             |
| Schwefelgehalt  | 12             | <b>Filter</b>   | <b>28 – 29</b> |
| Dichte  | 12             | Vorfilter   | 28             |
| Brennwert Hs  | 12             | Pumpenfilter  | 29             |
| Heizwert Hi   | 13             | Düsenfilter   | 29             |
| Flammpunkt  | 14             | Kurzinformation Filter                                  | 29             |
| Viskosität  | 14             | <b>Öldruckzerstäuberdüsen</b>                           | <b>30</b>      |
| Asche   | 14             | <b>Verbrennung von Heizöl EL</b>                        | <b>31 – 35</b> |
| Koksrückstand   | 15             | Angabe von Wirkungsgraden:                              |                |
| Wassergehalt  | 15             | Die Bezugsgröße macht den Unterschied                   | 32             |
| Sedimente und Gesamtverschmutzung                                       | 15             | Hinweise für einen umweltschonenden effizienten Betrieb | 33             |
| Destillationsverlauf  | 16             | <b>Perspektive für grüne Heizöle</b>                    | <b>35</b>      |
| Kälteeigenschaften von Heizöl   | 16             | Neue Einrichtungen für weniger Emissionen               | 35             |
| Pour Point  | 16             | X-to-Liquid (XtL)-Verfahren                             | 35             |
| Cloud Point (CP)  | 17             | Power-to-Liquid (PtL)                                   | 35             |
| Cold Filter Plugging Point (CFPP)                                       | 17             | Biomass-to-Liquid (BtL)                                 | 35             |
| <b>Heizölsorten</b>   | <b>18 – 20</b> | <b>Stichwortverzeichnis</b>                             | <b>36 – 37</b> |
| Heizöl EL Standard  | 18             |   |                |
| Heizöl EL schwefelarm   | 18             |   |                |
| Speziell additiviertes Heizöl EL Standard und Heizöl EL schwefelarm     | 20             |   |                |
| Qualitätsmerkmale von Heizöl EL – die verschiedenen Sorten im Vergleich | 20             |   |                |
| Zusätzliche Anforderungen der DIN 51603-1 an Heizöl EL schwefelarm      | 21             |   |                |
| – Additive  | 21             |   |                |
| – Schmierfähigkeit  | 21             |   |                |
| – Anwendung in der Praxis   | 21             |   |                |



# Erdöl

Erdöl ist einer der Energieträger, der aus tierischen und pflanzlichen Lebewesen vor Hunderten von Millionen Jahren indirekt durch Sonnenenergie entstanden ist und aus dem wir heute einen großen Teil unseres Wärme- und Energiebedarfs decken.

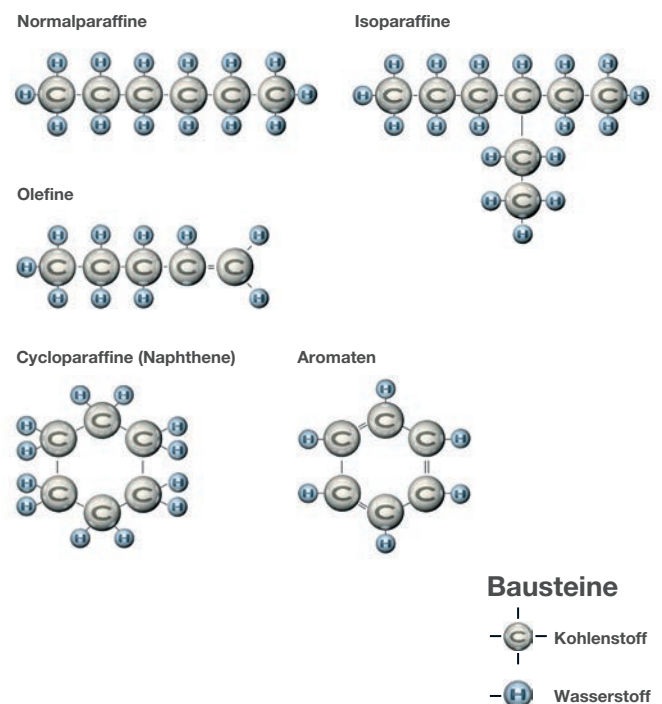
Der weltweite Bedarf an Erdöl beträgt derzeit rund 4,4 Mrd. Tonnen jährlich<sup>1</sup>. Die Reserven, d. h. die zum jetzigen Zeitpunkt technisch und wirtschaftlich gewinnbaren Mengen, belaufen sich auf über 240 Mrd. Tonnen. Hinzu kommen ca. 450 Mrd. Tonnen an Ressourcen, die nachgewiesen, aber derzeit technisch und/oder wirtschaftlich nicht gewinnbar sind, sowie nicht nachgewiesene, aber geologisch mögliche, künftig gewinnbare Mengen. Das alles zusammen könnte noch den Energiebedarf von mehreren Generationen decken.

Erdöl besteht aus einer Vielzahl von Kohlenwasserstoffen, die sich in ihrem Aufbau voneinander unterscheiden. Diese Verbindungen bestehen im Wesentlichen aus den Elementen Kohlenstoff (C) und Wasserstoff (H), können aber auch Schwefel (S), Stickstoff (N) und andere chemische Elemente enthalten. Nach der Anordnung der Kohlenstoffatome und ihrer chemischen Bindung aneinander unterscheidet man vier Hauptgruppen von Kohlenwasserstoffen:

- » Paraffine
- » Naphthene
- » Olefine
- » Aromaten

## Struktur der Kohlenwasserstoffe

- » Paraffine sind gesättigte Kohlenwasserstoffe, bei denen die Kohlenstoffatome entweder in einer geraden Kette (Normalparaffine, n-Paraffine) oder in einer Kette mit Verzweigungen (Isoparaffine, i-Paraffine) angeordnet sind.
- » Naphthene sind gesättigte Kohlenwasserstoffe, bei denen die Kohlenstoffatome ringförmig angeordnet sind. Sie werden deshalb auch Cycloparaffine genannt. Am häufigsten sind Ringe aus fünf, sechs oder sieben Kohlenstoffatomen.
- » Olefine unterscheiden sich von den Paraffinen dadurch, dass sie ungesättigt sind, d. h. mindestens eine chemische Doppelbindung aufweisen.
- » Aromaten sind ungesättigte ringförmige Kohlenwasserstoffe, deren charakteristisches Merkmal der Benzolring ist. Dieser Ring besteht aus sechs Kohlenstoffatomen, wovon jedes zum einen Nachbarn eine einfache und zum anderen eine Doppelbindung hat.



<sup>1</sup>BmWi, Energiedaten vom 27.03.2017

# Herstellung von Heizöl EL

Rohöle können, wie vorstehend beschrieben, je nach Herkunft sehr unterschiedlich zusammengesetzt sein. Als Rohöl wird Erdöl erst dann bezeichnet, wenn es bereits gefördert wurde.

Verschiedene Rohöle aus allen Teilen der Welt lagern in den großen Tanks der Raffinerien; u. a. aus der Nordsee, Libyen, Venezuela, den ehemaligen GUS-Staaten, Afrika und von der arabischen Halbinsel. Die Chemiker bestimmen den optimalen Verarbeitungsprozess, denn schon bevor das eigentliche Raffinieren beginnt, werden die Ergebnisse vorausberechnet. Die Verarbeitung des Rohöls zu Fertigprodukten, wie beispielsweise zu Kraftstoffen und Heizöl EL (Extra Leichtflüssig), erfolgt in mehreren Schritten.

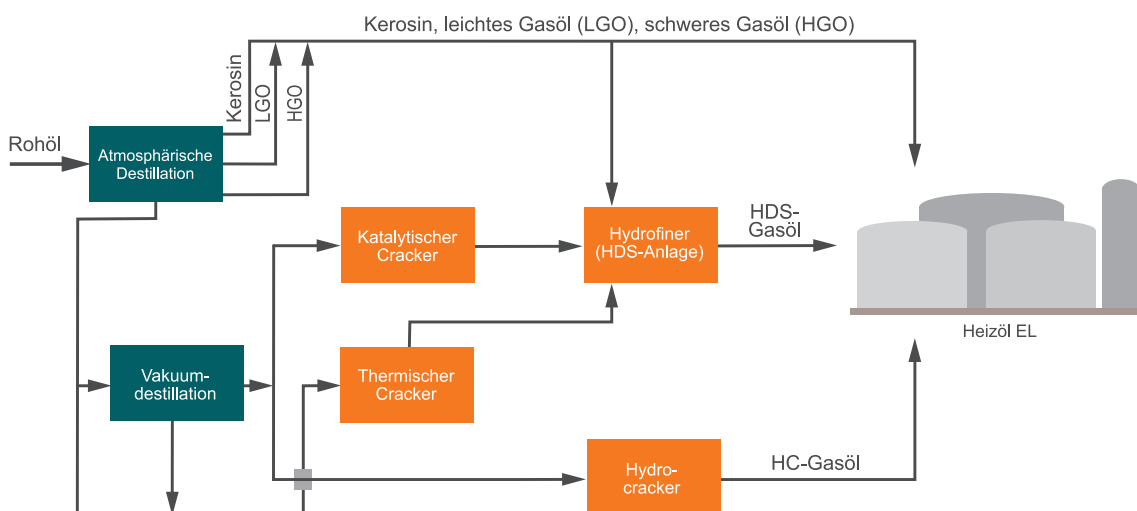
Die hierfür angewendeten Verfahren lassen sich in drei Gruppen einteilen:

- » das Auftrennen des Rohöls in Fraktionen durch Destillation
- » das Umwandeln der Kohlenwasserstoffe in größere, kleinere oder anders strukturierte Moleküle (Konversion)
- » das Entfernen unerwünschter Bestandteile, wie beispielsweise Schwefel, durch Raffination

## Destillation

Der grundlegende Verarbeitungsprozess in einer Raffinerie ist die Rohöldestillation. Dabei wird das Rohöl in verschiedene Fraktionen zerlegt (Fraktionierung). Das Rohöl wird in Wärmeübertragern vorgewärmt und anschließend in Röhrenöfen auf Destillationstemperatur aufgeheizt. Im Hauptturm der Rohöldestillation erfolgt die Auftrennung in die einzelnen Produktgruppen, die durch ihre unterschiedlichen Siedebereiche gekennzeichnet sind. Benzin siedet z. B. zwischen 50 °C und 180 °C, Mitteldestillate (zu denen das Heizöl EL zählt) dagegen erst zwischen 170 °C und 370 °C. Das Dampf-Flüssigkeits-Gemisch trennt sich bei atmosphärischem Druck in den bis zu 50 m hohen Destillationstürmen auf. Die Dämpfe steigen in den Türmen hoch. Je schwerer sie sind, desto schneller verflüssigen sie sich wieder.

Auf den Destillationsböden, die mit zahlreichen Öffnungen versehen sind, bilden sich dadurch Flüssigkeitsschichten. Nachströmende Dämpfe treten durch die Öffnungen und mischen sich mit den bereits kondensierenden Bestandteilen. Bei dieser intensiven Vermischung der leichten und schweren Bestandteile findet ein Austausch statt: Schwere Teile des aufstei-



Vereinfachtes Fließschema der Herstellung von Heizöl EL

genden Stromes werden zurückgehalten und leichte, die noch in der Flüssigkeitsschicht sind, verdampfen wieder und steigen nach oben. Ein Teil der Flüssigkeit wird zur Verstärkung dieses Stoffaustausches wieder auf den nächsttieferen Boden zurückgeführt. Ein Destillationsturm enthält eine beträchtliche Anzahl solcher Böden. Die leichtesten Produkte durchströmen die Destillationskolonne geradewegs und kommen am Kolonnenkopf als Gase an. Im Mittelteil des Turms werden von den Böden die Mitteldestillate abgeleitet. Die nicht verdampften schwersten Teile fließen zum Boden der Kolonne und werden dort abgezogen. Der anfallende Rückstand wird als schweres Heizöl oder als Einsatzprodukt für die Vakuumdestillation verwendet.

## Konversionsverfahren

Die durch Destillation zu erzielenden Produktausbeuten lassen sich durch die Auswahl geeigneter Rohölsorten steuern. Diese Maßnahme allein reicht jedoch häufig nicht aus, um der Nachfrage nach bestimmten Produkten zu entsprechen. Der ständig zunehmende Bedarf an leichten Produkten wie z. B. Benzin und die rückläufige Nachfrage nach schwerem Heizöl erfordern Verfahren, die hochsiedende Kohlenwasserstoffe in niedrigsiedende umwandeln können. Dieser Prozess erfolgt in Crackern, in denen die langkettigen Moleküle in kürzere gespalten werden. Die drei Verfahrensarten sind thermisches Cracken, katalytisches Cracken und Hydrocracken.

## Entschwefelung

Schwefel ist im Rohöl in sehr verschiedenen Formen enthalten, vom Schwefelwasserstoff bis hin zu sehr komplexen Molekülstrukturen. Besonders die aus Rohölen mit hohem Schwefelgehalt gewonnenen Produkte müssen entschwefelt werden. Dies geschieht im Hydrofiner, einer der wichtigsten Raffinationsanlagen.

Die Produktströme aus den vorgeschalteten Verfahrensschritten werden im Hydrofiner mit Wasserstoff vermischt und bei Temperaturen von etwa 400 °C und Drücken von 25 bis 70 bar über einen Katalysator geleitet. Dabei verbindet sich der Wasserstoff mit dem Schwefel aus dem schwefelhaltigen Produkt. Der hierbei entstehende Schwefelwasserstoff wird einer so genannten Claus-Anlage zugeführt, wo unter teilweiser Verbrennung eine Umsetzung in Elementarschwefel und Wasser erfolgt.



## Mischanlagen

Heizöle werden aus mehreren Komponenten aufgemischt, um den an sie gestellten hohen Anforderungen gerecht zu werden. Die Qualität des aufgemischten Produkts wird durch Analysen im Labor überprüft. Erst wenn alle Anforderungen erfüllt sind, wird das Produkt für den Verkauf freigegeben.

# Heizöl EL: Anforderungen und Produkteigenschaften

Heizöl EL ist ein hochwertiges, aus der Rohölverarbeitung stammendes technisches Produkt. Es ist je nach den eingesetzten Rohstoffen und verwendeten Produktionsprozessen ein ganz individuelles Erzeugnis mit festliegenden Qualitätseigenschaften. Manchmal sind schon mit bloßem Auge Unterschiede zwischen den einzelnen Waren zu erkennen. Die unter Verbrauchern verbreitete Ansicht, helleres Heizöl EL sei besser als dunkleres, ist jedoch falsch, da das „Aussehen“ wesentlich von den eingesetzten Rohölen in Verbindung mit den zur Kennzeichnung erforderlichen Stoffen, wie z. B. Farbstoff „Rot“, abhängig ist. Während des Produktionsprozesses und Umschlags werden laufend Proben gezogen und analysiert, um den hohen Qualitätsstandard zu gewährleisten.

## Genormte Qualität

Die Mindestanforderungen an die Qualität von Heizöl EL sind in der DIN 51603-1 festgelegt. Diese Norm beschreibt die wesentlichen Qualitätseigenschaften, die für die Anwendung des Produkts von Bedeutung sind.

Bei modernen Ölanlagen haben sich in der Vergangenheit erhebliche Änderungen ergeben. Hierbei sind vor allem zu nennen:

- » die Umrüstung vom Zweistrang- auf das Einstrangsystem aus Gründen des Gewässerschutzes
- » reduzierter Energieverbrauch und zeitweiser Stillstand des Ölgeräts in der Nachtabenkung bei modernen Ölgeräten

- » längere Lagerzeiten des Produkts beim Verbraucher durch deutlich reduzierten Brennstoffverbrauch
- » höhere thermische Beanspruchung des Heizöls durch moderne emissionsreduzierte Brenner
- » kleinere Ölgeräte mit empfindlicheren Bauteilen
- » Verbreitung moderner Öl-Brennwertgeräte

Diesem stetigen technischen Fortschritt und der Weiterentwicklung hocheffizienter Ölgeräte wird durch eine regelmäßige Überarbeitung der Anforderungen an Heizöl EL in der Norm Rechnung getragen. In der Überarbeitung der Norm im Jahre 2003 wurden erstmals die Anforderungen und Eigenschaften für schwefelarmes Heizöl EL komplett neu aufgenommen. Neben einem Schwefelgehalt von max. 50 mg/kg wurden eine ausreichende Schmierfähigkeit nach DIN ISO 12156-1 (Grenzwert max. 460 µm) und der Einsatz von Additiven ohne Asche bildende Bestandteile festgeschrieben.

Das bis dahin übliche Heizöl EL wird danach als Heizöl EL Standard bezeichnet.

Beide Heizölsorten sind extra leichtflüssige (EL) und aschefreie Brennstoffe. Die Hauptbestandteile sind Kohlenstoff mit einem mittleren Masseanteil von 86,5 % und Wasserstoff mit einem mittleren Masseanteil von 13,3 %. Heizöl EL hat, bezogen auf das Volumen, einen sehr hohen Energiegehalt und wird als Energievorrat in speziellen Tankanlagen bevorratet. Der Brennwert von min. 45,4 MJ/kg entspricht einem Energieinhalt von 10,7 Kilowattstunden je Liter Heizöl. Der hohe Energieinhalt und der im längerfristigen

Vergleich günstige Marktpreis machen Heizöl EL zu einer sehr wirtschaftlichen Heizenergie.

Mit einem Flammpunkt von über 55 °C ist Heizöl EL ein Produkt, das eine relativ einfache Lagerung und sichere Handhabung ermöglicht.

Heizöl EL entspricht den Anforderungen dieser aktualisierten Norm, wenn es oder seine Komponenten vorher zu keinem anderen Zweck eingesetzt worden sind. Unter Komponenten sind Produktströme zu verstehen, die aus Mineralölverarbeitungsverfahren stammen. Zudem sind Zumischungen von Komponenten zulässig, die aus Synthese oder Hydrierung gewonnen werden. Dazu zählen Produkte aus der Fischer-Tropsch-Synthese, deren Ausgangsstoffe hierfür Erdgas (GTL = Gas to liquid), Biomasse (BTL = Biomass to liquid) oder Kohle (CTL = Coal to liquid) sind, und Produkte aus der Hydrierung, wie z. B. Pflanzenöle (HVO = Hydrogenated Vegetable Oils). So wird die Rohstoffbasis für die Herstellung von Heizöl EL langfristig deutlich verbreitert.

Die Bedeutung der DIN-Anforderungen für die Anwendung wird nachfolgend im Einzelnen erläutert.

| Eigenschaft   |                    | Anforderung |                      | Prüfung nach  |
|---|--------------------|-------------|----------------------|---|
|   |                    | Min.        | Max.                 |   |
| Dichte bei 15 °C  | kg/m <sup>3</sup>  |             | 860                  | DIN 51757   |
| Brennwert   | MJ/kg              | 45,4        |                      | DIN 51900-1,-2<br>o. -3<br>oder Berechnung            |
| Flammpunkt  | °C                 | 55          |                      | DIN EN 22719  |
| Kinematische Viskosität bei 20 °C   | mm <sup>2</sup> /s |             | 6,00                 | DIN 51562-1   |
| Cloud Point   | °C                 |             | 3                    | DIN EN 23015  |
| Cold Filter Plugging Point<br>(Temperaturgrenzwert der Filtrierbarkeit)<br>– Bei Cloud Point = 3 °C<br>– Bei Cloud Point = 2 °C<br>– Bei Cloud Point ≤ 1 °C | °C                 |             | – 12<br>– 11<br>– 10 | DIN EN 116  |
| Koksrückstand von 10 %<br>Dest.-Rückstand   | %<br>m/m           |             | 0,3                  | DIN 51551,<br>DIN EN ISO 10370                        |
| Schwefelgehalt für Heizöl<br>EL-1-Standard  | mg/kg              | >50         | 1.000                | DIN EN 24260,<br>DIN EN ISO 8754,<br>DIN EN ISO 14596 |
| Schwefelgehalt für Heizöl<br>EL-1-schwefelarm   | mg/kg              |             | 50                   | DIN 51400-11,<br>DIN EN 24260,<br>DIN EN ISO 14596    |
| – Sicherstellung der<br>Schmierfähigkeit bei<br>Heizöl EL-1-schwefelarm   | µm                 |             | 460                  | DIN EN ISO<br>12156-1                                 |
| Wassergehalt  | mg/kg              |             | 200                  | DIN 51777-1 o.<br>ISO/DIN 12937                       |
| Gesamtverschmutzung   | mg/kg              |             | 24                   | DIN EN 12662  |
| Asche   | %<br>m/m           |             | 0,01                 | DIN EN ISO 6245                                       |

Ausgewählte Anforderungen der DIN 51603-1 an Heizöl EL  
(Stand März 2017)

## Schwefelgehalt

Der im Heizöl EL enthaltene natürliche Anteil an chemisch gebundenem Schwefel wird als Schwefelgehalt bezeichnet. Organische Schwefelverbindungen sind natürliche Bestandteile des Heizöls, aus denen bei der Verbrennung Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) entsteht. SO<sub>2</sub> zählt zu den Luftschadstoffen; seine Emission wird über die Limitierung des Schwefelgehalts im Brennstoff kontrolliert. Sein zulässiger Massegehalt ist in der 3. BlmSchV verankert und beträgt für Heizöl EL Standard seit 2008 max. 0,1 %. Ein leichtes Heizöl kann nach der 3. BlmSchV als schwefelarm bezeichnet werden, wenn sein Schwefelgehalt 50 mg/kg (0,005 % m/m) nicht überschreitet (% m/m = Masseprozent).

Etwa 1–3 % der bei der Verbrennung entstehenden SO<sub>2</sub>-Menge werden im Feuerraum zu SO<sub>3</sub> umgewandelt, das mit dem Wasserdampf aus der Verbrennung ein Schwefelsäureaerosol bildet. Dieses kann bei Unterschreiten des Schwefelsäuretaupunkts kondensieren und so genannte Niedertemperaturkorrosionsprodukte hervorrufen. Abhängig vom Schwefelgehalt kann diese Niedertemperaturkorrosion auch in den nachgeschalteten Zügen des Kessels auftreten, wo die Ablagerungen (Eisensulfate) an den Kesselwandungen haften und den Wärmeübergang mindern können. Bei einer Kesselreinigung werden diese Ablagerungen entfernt.

Bezüglich des Schwefelgehaltes werden in der DIN 51603-1 zwei Qualitäten festgelegt:

### » Heizöl EL Standard

Ein extra leichtflüssiger Brennstoff, der aus Kohlenwasserstoffen besteht und dessen Schwefelgehalt zwischen 50 mg/kg und 1.000 mg/kg (0,1 % m/m) liegt.

### » Heizöl EL schwefelarm

Ein extra leichtflüssiger Brennstoff, der aus Kohlenwasserstoffen besteht und dessen Schwefelgehalt 50 mg/kg nicht überschreitet. Ein Heizöl EL muss nach dieser Norm als schwefelarm bezeichnet werden, wenn der Schwefelgehalt 50 mg/kg nicht überschreitet.

## Dichte

Die Dichte ist das Verhältnis von Masse zu Volumen und wird in g/ml, kg/l oder kg/m<sup>3</sup> angegeben. Sie ist temperaturabhängig und wird in der Norm auf eine Temperatur von 15 °C bezogen. DIN: max. 860,0 kg/m<sup>3</sup>.

Die Dichte ist zum einen wichtig für die Umrechnung von Volumen in Masse für zoll- und steuerrechtliche Zwecke, zum anderen spiegelt sich in der Dichte das jeweilige Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis (C-H) des Brennstoffs wider. Sie gibt Anhaltspunkte für die Struktur der in ihm enthaltenen Kohlenwasserstoffe. Ein technisch einwandfrei arbeitender Brenner ermöglicht die rußfreie Verbrennung des Heizöls, selbst wenn dessen Dichte an der oberen DIN-Grenze liegt.

## Brennwert HS\*

Der Brennwert ist die Wärmemenge, die bei vollständiger Verbrennung eines Stoffs frei wird, wobei die Kondensationswärme des bei der Verbrennung entstehenden Wasserdampfes berücksichtigt wird. Die Angabe erfolgt in MJ/kg. DIN: Mind. 45,4 MJ/kg, dies entspricht einer Dichte von 860 kg/m<sup>3</sup>. Auf das Volumen bezogen bedeutet dies einen Brennwert von 10,84 kWh/l. Typische Werte für den Brennwert von Heizöl bewegen sich im Bereich von 10,68 kWh/l. Mit steigender Dichte sinkt der Brennwert pro Kilogramm, nimmt aber, auf das Volumen bezogen, zu (volumetrischer Brennwert). Mithin bedeutet eine höhere Dichte des Öls „mehr Wärme im Tank“. Der Brennwert ergibt sich durch die Abkühlung der Abgase auf die Temperatur, die die an der Verbrennung beteiligten Stoffe vor der Verbrennung hatten.

Brennwert = Heizwert + Kondensationswärme

Bei Heizöl EL liegt der Brennwert ca. 6,5 % oberhalb des Heizwertes Hi.



### Die Berechnung des Brennwertes kann man nach folgender Formel durchführen:

$$H_s \text{ (MJ/kg)} = 59 - (15,78 * d_{15} \text{ [kg/m}^3\text{]} / 1.000) - (0,337 * w(S))$$

Hierin bedeuten:

$d_{15}$  = Dichte des Heizöls bei 15 °C in kg/m<sup>3</sup>,

w(S) = Schwefelgehalt in Masseprozent (% m/m).

Der Einfluss der Dichte auf den Brennwert wird an folgendem Beispiel deutlich. Als Schwefelgehalt wurde ein Wert von 0,10 % eingesetzt.

$d_{15} = 840 \text{ kg/m}^3$ :  $H_s = 45,71 \text{ MJ/kg} = 38,40 \text{ MJ/l}$

$d_{15} = 860 \text{ kg/m}^3$ :  $H_s = 45,40 \text{ MJ/kg} = 39,04 \text{ MJ/l}$

Seit dem 1. Juni 2015 erfolgt die Kennzeichnung und Einstufung von Gefahrstoffen nach GHS/CLP. GHS ist die Abkürzung für „Global harmonisiertes System“. Es handelt sich um ein einheitliches System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008).

Mitunter wird die GHS-Verordnung auch als CLP-Verordnung bezeichnet. CLP steht für die englischsprachigen Begriffe „classification, labelling and packaging“ (entsprechend Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung).

Nach GHS/CLP ist Heizöl eingestuft als „Entzündbar Kategorie 3“ und muss beim Transport und im gewerblichen Bereich entsprechend gekennzeichnet werden.

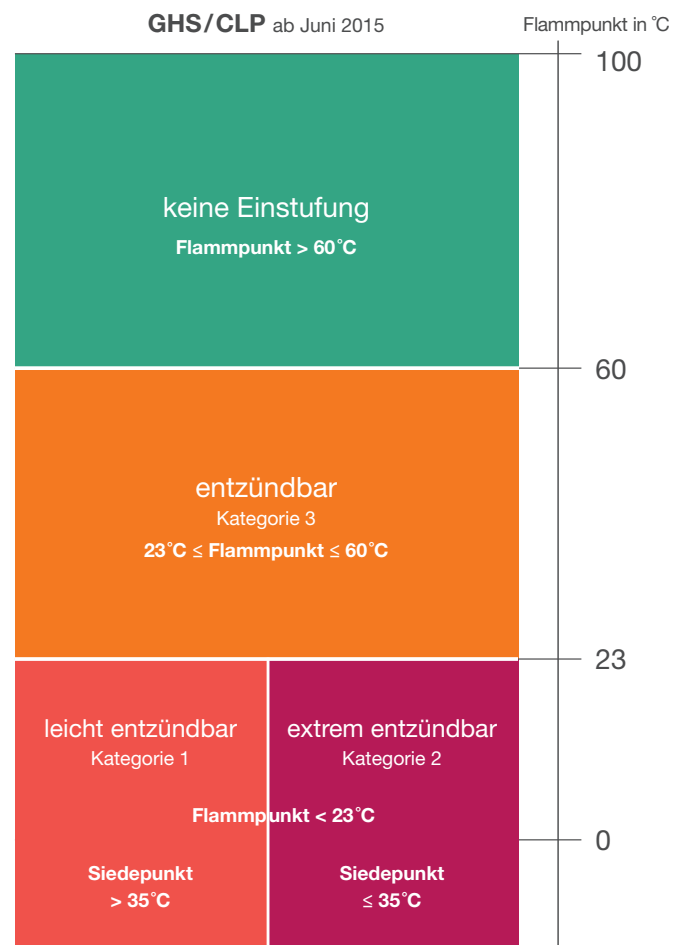
### Heizwert $H_i^*$

Der Heizwert ist keine Anforderung in der DIN 51603-1. Der Heizwert ist die Wärmemenge, die bei vollständiger Verbrennung nutzbar wird, wobei die Kondensationswärme des bei der Verbrennung entstehenden Wasserdampfes unberücksichtigt bleibt.

### Flammpunkt

Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der sich in einem geschlossenen Tiegel aus einer zu prüfenden Flüssigkeit unter festgelegten Bedingungen Dämpfe in solcher Menge entwickeln, dass sich im Tiegel ein durch Fremdentzündung entflammbares Dampf-Luft-Gemisch bildet. Der Flammpunkt für Heizöl muss mindestens 55 °C betragen.

\* $H_i$  (i steht für inferior) und  $H_s$  (s steht für superior) sind die offiziellen europaweit geltenden Abkürzungen für den Heiz- bzw. Brennwert.



## Viskosität

Als Viskosität bezeichnet man die Kraft des inneren Widerstands, den eine Flüssigkeit der Verschiebung ihrer Moleküle entgegensetzt. Sie ist bei Heizöl EL wie die Dichte eine temperaturabhängige Größe; die Angabe erfolgt in  $\text{mm}^2/\text{s}$  bei  $20^\circ\text{C}$ . Bei Verwendung der früher üblichen Einheit cSt ergeben sich gleiche Zahlenwerte. DIN: max.  $6,00 \text{ mm}^2/\text{s}$ .

Die Viskosität ist ein Merkmal für die Strömungseigenschaften des Heizöls in Rohrleitungen und bestimmt auch die Zerstäubungsgüte in einer Ölbrennerdüse. Mögliche Nachteile höherer Viskosität im Hinblick auf die Zerstäubung können durch eine Ölvorwärmung kompensiert werden. Dabei werden produktspezifische Unterschiede in der Viskosität, wie sie bei der Bezugstemperatur vorliegen können, stark verringert.

Dazu ein Beispiel:

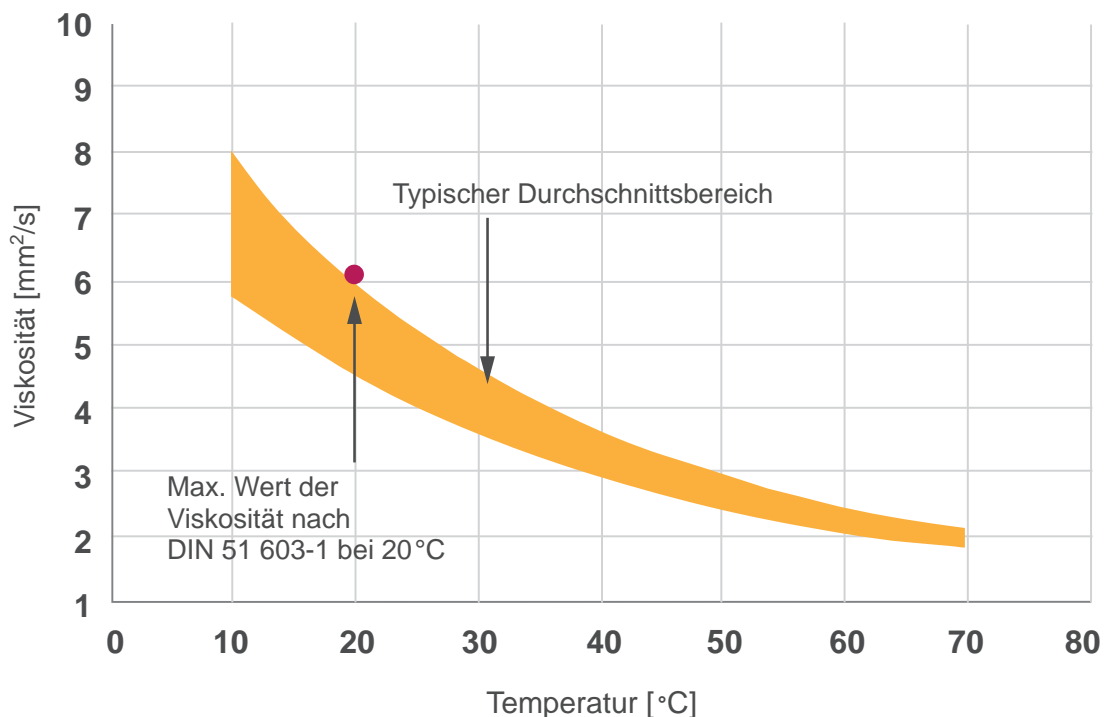
| Viskosität bei $20^\circ\text{C}$ | Viskosität bei $50^\circ\text{C}$ |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| $4,0 \text{ mm}^2/\text{s}$       | $2,1 \text{ mm}^2/\text{s}$       |
| $6,0 \text{ mm}^2/\text{s}$       | $3,0 \text{ mm}^2/\text{s}$       |

Ein bei  $20^\circ\text{C}$  vorhandener Viskositätsunterschied von  $2 \text{ mm}^2/\text{s}$  beträgt bei  $50^\circ\text{C}$  nur noch  $0,9 \text{ mm}^2/\text{s}$ .

## Asche

Anorganische Verbrennungsrückstände werden als Asche bezeichnet. Sie entstehen aus im Produkt gelösten metallhaltigen Verbindungen. Heizöl EL ist aufgrund seines Herstellungsverfahrens frei von aschebildenden Substanzen. DIN: max.  $0,01$  Masseprozent\*.

\* Die Angabe eines niedrigeren Grenzwerts ist bei dem vorgeschriebenen Prüfverfahren nicht zulässig. Der effektiv vorhandene Aschegehalt liegt um den Faktor 10 bis 100 unter dem obigen Wert.



Viskositäts-Temperatur-Verhalten von Heizöl EL

## Koksrückstand

Als Koksrückstand bezeichnet man die Tendenz des Öls, zur Bildung von Ölkoks, wie es unter extremen Luftmangelbedingungen auftreten könnte.

Die Bestimmung erfolgt nicht am Öl selbst, sondern an seinem Destillationsrückstand in Höhe von 10 %. Der Koksrückstand wird in Masseprozent (% m/m) angegeben. DIN: max. 0,3 Masseprozent.

Dieses Merkmal betrifft vornehmlich die Anwendung in Ölöfen (Verdampfungsbrennern) und ist kein relevantes Kriterium für die Anwendung in Öldruckzerstäubungsbrennern.

## Wassergehalt

Der Wassergehalt bezeichnet den im Heizöl EL enthaltenen Anteil an Wasser. DIN: max. 200 mg/kg.

Heizöl EL ab Raffinerie ist weitgehend wasserfrei. Die Fähigkeit von Heizöl EL, Wasser aufzunehmen, ist temperaturabhängig und mit weniger als 0,01 % (100 mg/kg) sehr gering. Ist mehr Wasser vorhanden, so setzt sich das nicht mehr lösbare Wasser am Tankboden ab. Wenn sich Wasser in Verbrauchertanks ansammelt, stammt es in aller Regel aus der Kondensation der Luftfeuchtigkeit, einem natürlichen, unvermeidbaren physikalischen Vorgang.

## Sedimente und Gesamtverschmutzung

Die Gesamtverschmutzung ist als Summe aller ölfremden Feststoffe (z. B. Rost, Sand und Staub) definiert. Die Bestimmung dieses Merkmals schließt auch die aus dem Öl selbst stammenden unlöslichen Bestandteile ein und erfasst alle Feststoffe größer 0,7 µm.

DIN: max. 24 mg/kg.

Heizöl EL unterliegt einer natürlichen Alterung, die durch Einwirken von Wärme, Sauerstoff, Licht, Wasser, Mikroorganismen sowie Metallen (insbesondere Buntmetallen) und deren Oxiden beschleunigt werden kann. Dadurch kann es zur Bildung von ö unlöslichen Alterungsprodukten kommen, die zum Tankboden sinken. Die Alterungsprodukte am Tankboden können, wenn sie durch die Ölpumpe angesaugt werden, zu Filter- und Düsenverstopfungen führen. Ein zu geringer Abstand der Saugleitung zu Tankboden und die Vernachlässigung der Tankpflege tragen häufig zu diesen vermeidbaren Störungen bei. Wiederholt verlegte Filter sind ein Zeichen für eine gegebenenfalls erforderliche Tankreinigung.

## Destillationsverlauf

Als Destillationsverlauf bezeichnet man verschiedene festgelegte Temperaturen im Siedebereich eines Stoffs, bei denen bestimmte Mengen verdampft sind. Er gibt Aufschluss über die Mengenverteilung der unterschiedlich großen Kohlenwasserstoffmoleküle im Produkt und erlaubt damit eine Bewertung der Aufmischung aus den Komponenten. In der Anforderungstabelle der Heizölnorm (DIN 51603-1) werden Grenzwerte für zwei Temperaturbereiche festgelegt.

Für die steuerrechtliche Klassifizierung (Abgrenzung von Mitteldestillaten zu Benzin einerseits und Rückstandsölen andererseits) werden die Destillatmengen bei 250 °C (max. 65 Vol.-% dürfen verdampft sein) und 350 °C (mind. 85 Vol.-% müssen verdampft sein) herangezogen. Aus anwendungstechnischer Sicht sind der Siedebeginn, das Siedeende und die Siedetemperaturen für den Destillatanfall in Stufen von jeweils 10 % wesentlich. Daraus lässt sich die Gleichmäßigkeit der Kohlenwasserstoffverteilung erkennen, die für einen optimalen Ausbrand des Heizöls von Bedeutung ist.

## Kälteeigenschaften von Heizöl

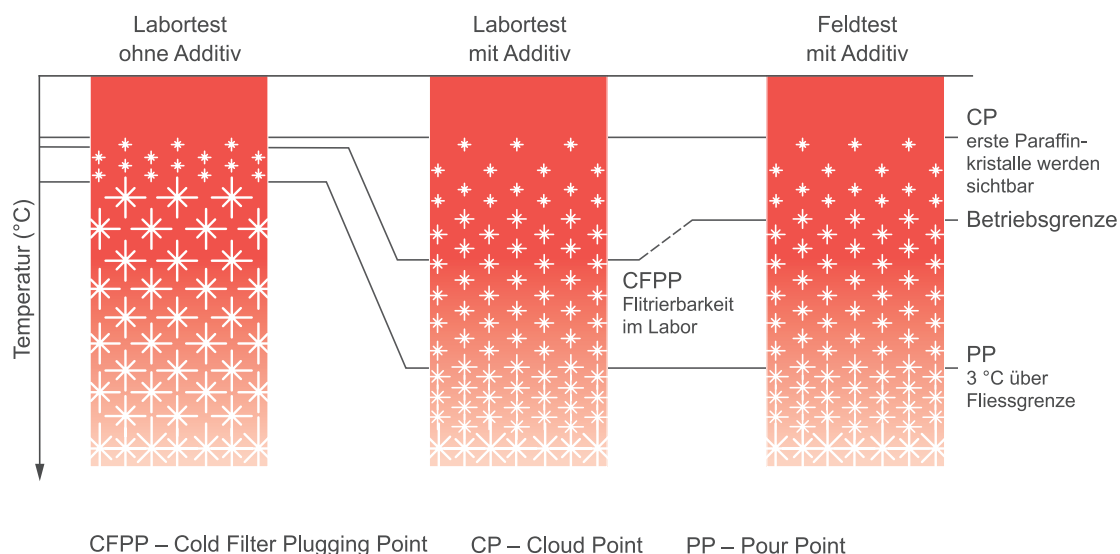
Die Kälteeigenschaften von Heizöl lassen sich im Labor durch festgeschriebene Testverfahren charakterisieren. Dabei werden die Proben jeweils unter definierten Bedingungen abgekühlt, um die folgenden drei Temperaturkennwerte zu ermitteln, die sich mit abnehmender Temperatur des Heizöls nacheinander einstellen: Cloud Point (CP), Cold Filter Plugging Point (CFPP) und Pour Point.

### Pour Point

Der Pour Point ist keine Anforderung in der DIN 51603-1. Als Pour Point bezeichnet man die niedrigste Temperatur, bei der das Heizöl EL eben noch fließt, wenn es unter festgelegten Bedingungen abgekühlt wird.

Der Pour Point ist ein reiner Laborwert und beschreibt die untere Grenze der Anwendung, was das Fließen des Heizöls in einer Rohrleitung anbelangt.

Für die Praxis ist dieser Wert weniger aussagefähig, da dabei z. B. nicht berücksichtigt wird, dass der Ölvorfilter bereits bei Temperaturen oberhalb des Pour Point verstopfen kann.



## Cloud Point (CP)

Der CP (wörtlich übersetzt: Wolken-Punkt) ist die Temperatur, bei der ein blankes, flüssiges Produkt unter festgelegten Prüfbedingungen durch die Ausscheidung von Paraffinkristallen trüb oder wolkig wird.

DIN: max. +3 °C.

Der CP allein erlaubt keine Aussage über die Einsatzfähigkeit von Heizöl bei niedrigen Temperaturen, denn die Eintrübung des Heizöls hat zunächst keine Auswirkungen auf die Anwendbarkeit. Entscheidend für die Beurteilung der Kälteeigenschaften ist die Kombination von Cloud Point und dem Grenzwert der Filtrierbarkeit (CFPP).

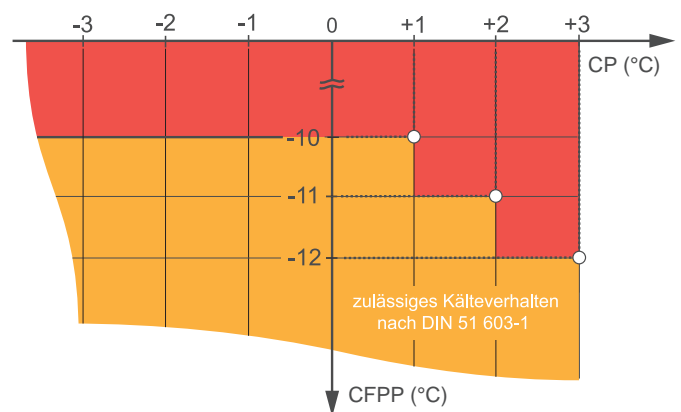
## Cold Filter Plugging Point (CFPP)

Die Temperatur, bei der ein Prüffilter unter definierten Bedingungen durch ausgefallene Paraffine verstopft, wird als CFPP bezeichnet. Die Grenzwerte für den CFPP sind in Abhängigkeit vom CP festgelegt.

DIN: max. -12 °C bei einem CP von +3 °C,  
max. -11 °C bei einem CP von +2 °C,  
max. -10 °C bei einem CP von ≤ +1 °C.

Wichtig für die Anwendung, besonders bei Transport und Lagerung, ist das Kälteverhalten.

Durch meist direkt in den Raffinerien oder Tanklagern zugegebene Fließverbesserer (korrekt: Filtrierbarkeitsverbesserer) wird erreicht, dass Heizöl EL noch bei Temperaturen deutlich unterhalb des CP einsatzfähig ist. Der CP selbst wird durch diese Additive nicht verändert. Die Grenzwertkombinationen von CP und CFPP in der DIN ermöglichen für die Praxis Qualitäten mit einem ausreichenden Kälteverhalten (für frostfrei installierte Anlagen).



Kälteverhalten von Mitteldestillaten

# Heizölsorten

Aufgrund des technischen Fortschritts und der differenzierten Anforderungen der modernen Ölheizungs-technik wurde das technische Produkt Heizöl EL kontinuierlich weiterentwickelt. Dies führte konsequenterweise zu einer Produktdifferenzierung, die, vergleichbar mit der der Automobilkraftstoffe, spezielle brennstoffspezifische Eigenschaften für den jeweiligen Anwendungsfall und Kundenwunsch zur Verfügung stellt. Grundsätzlich lassen sich daher heute folgende drei Heizölsorten unterscheiden.

## Heizöl EL Standard

Zurzeit sind alle Ölgeräte, bis auf sehr vereinzelte Ausnahmen, grundsätzlich für den Einsatz von Heizöl EL Standard nach DIN 51603-1 zugelassen. In der Regel wird das Standardheizöl nur hinsichtlich des Kälteverhaltens seitens der Raffinerie additiviert, der Schwefelgehalt liegt zwischen 50 mg/kg und maximal 1.000 mg/kg (0,1 % m/m). Dieser genormte Qualitätsbrennstoff erfüllt alle vorgenannten Anforderungen der DIN 51603-1 und war aufgrund seiner hohen Wirtschaftlichkeit durch vergleichsweise günstige Brennstoffkosten seit langem einer der wichtigsten und bewährten Energieträger im Raumwärmemarkt. Dieser Brennstoff wird in Deutschland nicht mehr produziert.

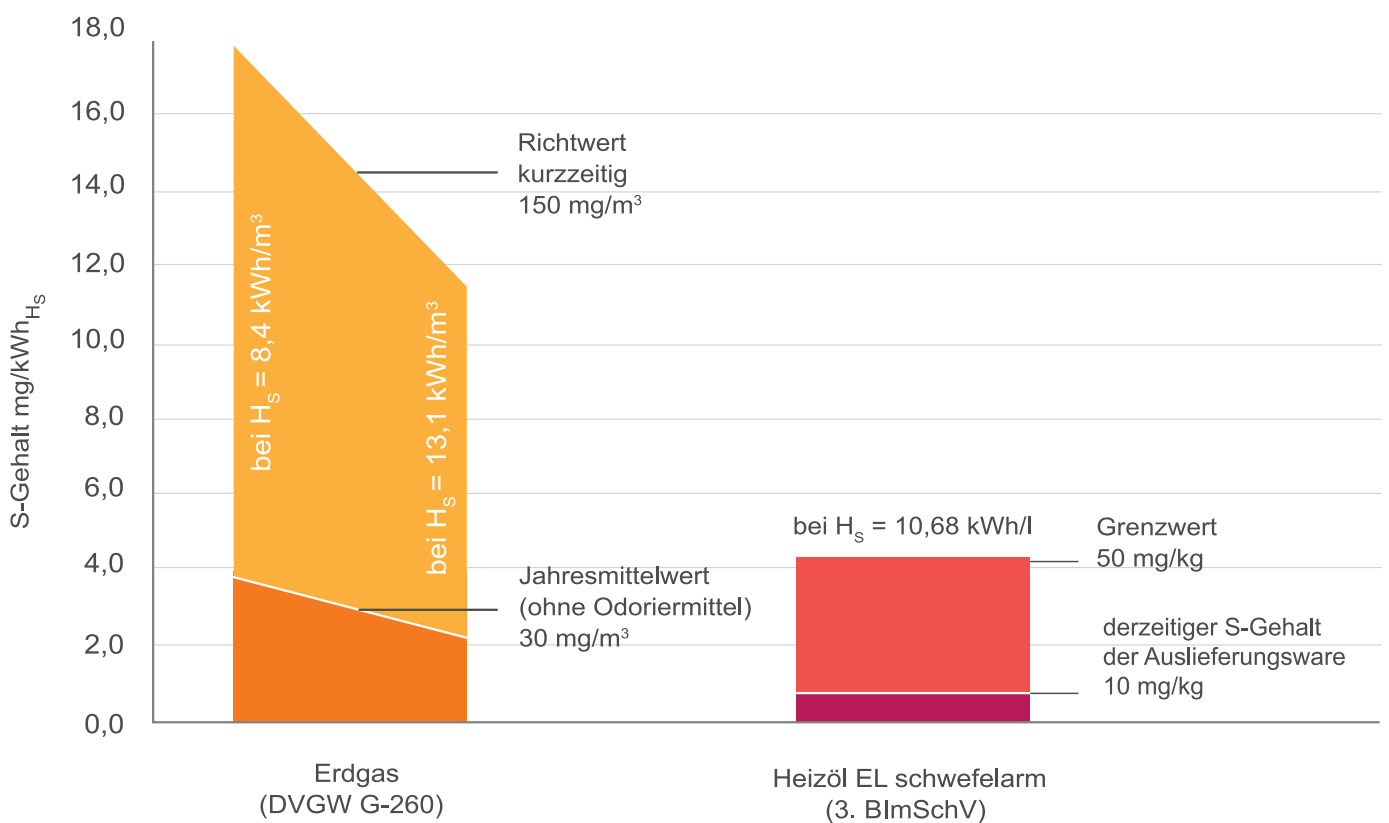
## Heizöl EL schwefelarm

Einer der Gründe für die Einführung dieses Produkts war u. a. die Förderung der Öl-Brennwerttechnik. Schon heute werden Öl-Brennwertgeräte angeboten, die speziell für diesen Brennstoff entwickelt wurden. Mit der Überarbeitung der DIN 51603-1 im Jahr 2003 wurden erstmals die Anforderungen und Eigenschaften



für schwefelarmes Heizöl EL festgelegt. Ein Heizöl muss nach dieser Norm als schwefelarm bezeichnet werden, wenn der Schwefelgehalt 50 mg/kg nicht überschreitet. Das bedeutet eine Reduzierung des Schwefelgehaltes gegenüber dem maximal zulässigen Schwefelgehalt beim Standardheizöl um den Faktor 20 und führt zu einem Niveau der  $\text{SO}_2$ -Emissionen, das mit dem von Erdgas vergleichbar ist. In der Regel wird Heizöl EL schwefelarm mit speziell abgestimmten Additivpaketen zur Verbesserung der genannten Qualitätseigenschaften angeboten.

Um die Betriebssicherheit insbesondere von Öl-Brennwertgeräten zu gewährleisten, die sich durch eine kompakte Bauweise und zur Verbesserung des Wärmeübergangs mit geringen Spaltmaßen in der Abgasführung auszeichnen, sind aschebildende Additive nicht zulässig. Zudem wird in der Norm für schwefelarmes Heizöl eine ausreichende Schmierfähigkeit für die Betriebssicherheit der Ölpumpen gefordert. Um diese Anforderung einzuhalten, wird bei Bedarf der Brennstoff mit so genannten Lubricity-Additiven (Schmierfähigkeitsverbessern) additiviert. In den Raffinerien in Deutschland wird nur noch schwefelarmes Heizöl produziert.



Schwefelgrenzwerte – Erdgas und Heizöl EL schwefelarm

## Speziell additiviertes Heizöl EL Standard und Heizöl EL schwefelarm/sogenanntes Premium-Heizöl

Von zahlreichen Mineralölhandelsunternehmen wird zusätzlich eine zweite Heizölsorte angeboten. Auch diese je nach Anbieter unterschiedlich bezeichnete Premium-Qualität entspricht selbstverständlich den Anforderungen der DIN 51603-1. Gegenüber der „Standard-Qualität“ werden hierbei durch Zugabe von speziell abgestimmten Additivpaketen, anwendungsrelevante Eigenschaften verbessert. Diese Additivpakete werden beim Betanken des Kundentanks durch eine automatische Dosiereinrichtung am Tankwagen dem Heizöl beigemischt. Hierdurch ist eine exakte Dosierung möglich, eine Überdosierung, die zu

Anlagenstörungen führen könnte, wird vermieden. Der Kunde kann vor Ort zwischen Heizöl und dem speziell additivierten Premium Heizöl wählen. Bestandteile des Additivpakets sind in der Regel Stabilitätsverbesserer (zur Verbesserung der thermischen sowie der Lagerstabilität), Metalldeaktivatoren und ggf. Geruchsüberdecker. Detergentien sorgen dafür, dass Bauteile wie die Düse, Vorwärmung und Filter sauber und funktionsfähig bleiben. Das erhöht nachweislich die Betriebssicherheit und reduziert deutlich das Risiko einer Brennerstörung. Bei einigen Anbietern sind zusätzlich Verbrennungsverbesserer im speziell additivierten Heizöl EL Standard enthalten.

|   | Heizöl EL Standard                          | Heizöl EL schwefelarm   | Spez. additiviert Heizöl EL Standard/Heizöl EL schwefelarm   |
|---|---|---|--|
| Qualitätsbrennstoff mit festgelegten Anforderungen                              | ✓   | ✓   | ✓  |
| Erfüllung der Anforderungen der DIN 51603-1 für Heizöl EL                       | ✓   | ✓   | ✓  |
| Erfüllung der Anforderungen der DIN 51603-1 für Heizöl EL schwefelarm           | -   | ✓   | -/✓  |
| Additive zur Verbesserung/Einstellung des Kälteverhaltens, Zugabe in Raffinerie | ✓   | ✓   | ✓  |
| Spezielle Additivpakete zur Verbesserung der Stabilität, Geruchsüberdecker      | -   | ✓   | (Meist Dosierung am Tankwagen)   |
| Einleitung von Kondensaten aus Öl-Brennwertgeräten: Neutralisation erforderlich | Häufig (je nach kommunaler Abwassersatzung) | Regelungen wie bei Erdgas   | Häufig (je nach kommunaler Abwassersatzung)/<br>Regelungen wie bei Erdgas  |
| Flächendeckende Verfügbarkeit   | -   | ✓   | (Spezialqualitäten werden unter verschiedenen Markennamen angeboten)   |
| Bemerkungen   | -   | Zusätzlich zu den Vorteilen der „Spezialqualität“ verringerte Bildung von NT-Korrosionsprodukten und Ablagerungen. Brennwertkessel, die nur für diesen Brennstoff geeignet sind, werden angeboten | Von vielen Geräteherstellern empfohlen, insbesondere wegen der nachweislich verbesserten Stabilität. Besonders geeignet für moderne Systeme mit kleinen Leistungen und kleinen Düsenquerschnitten sowie bei langen Lagerzeiten des Heizöls |

Qualitätsmerkmale von Heizöl EL – die verschiedenen Sorten im Vergleich



## Zusätzliche Anforderungen der DIN 51603-1 an Heizöl EL schwefelarm

Nach umfangreichen Voruntersuchungen wurden zudem folgende zusätzlichen Anforderungen an Heizöl EL schwefelarm in der DIN 51603-1 festgelegt.

### Additive

In der Regel wird Heizöl EL schwefelarm mit speziell abgestimmten Additivpaketen, wie auch beim speziell additivierten Heizöl EL Standard, zur Verbesserung der genannten Qualitätseigenschaften angeboten. Um die Betriebssicherheit insbesondere von Öl-Brennwertgeräten zu gewährleisten, die sich durch eine kompakte Bauweise und zur Verbesserung des Wärmeübergangs mit geringen Spaltmaßen in der Abgasführung auszeichnen, sind aschebildende Additive nicht zulässig.

Zur Qualitätsverbesserung ist die Verwendung von Additiven zulässig. Geeignete Additive ohne bekannte schädliche Nebenwirkungen, insbesondere ohne aschebildende Bestandteile, können in geeigneter Konzentration zugegeben werden.

### Schmierfähigkeit

Durch die deutliche Reduzierung des Schwefelgehaltes wird in der Norm für schwefelarmes Heizöl eine ausreichende Schmierfähigkeit für die Betriebssicherheit der Ölbrennerpumpen gefordert. Um diese Anforderung sicherzustellen, wird bei Bedarf der Brennstoff mit so genannten Lubricity-Additiven (Schmierfähigkeitsverbesserern) additiviert.

Aufgrund der bisher vorliegenden Erfahrungen kann von einer ausreichenden Schmierfähigkeit ausgegangen werden, wenn für die Schmierfähigkeit nach DIN EN ISO 12156-1 ein Grenzwert von 460 Mikrometern nicht überschritten wird.

### Anwendung in der Praxis

Heizöl EL schwefelarm ist zwar speziell für die Öl-Brennwerttechnik entwickelt worden, die Produktvorteile kommen aber auch in der Nieder-temperatur- und Standardheiztechnik zur Geltung.

Besondere Vorkehrungen für eine Umstellung auf den Betrieb mit schwefelarmem Heizöl in konventionellen Ölheizungen sind nicht nötig. Das schwefelarme Heizöl ist problemlos mit dem bisherigen Standardheizöl mischbar.

Ölanlagen, die ausschließlich mit schwefelarmem Heizöl betrieben werden müssen (bei Verzicht auf eine Kondensatneutralisation oder aufgrund von Herstellervorgaben), sind eindeutig zu kennzeichnen. Sie sollten einen grünen Füllrohrverschluss und einen Hinweisaufkleber am Ölgerät haben.

In bestimmten Anlagen darf nach Vorgabe der Hersteller oder nach Vorgabe lokaler Abwasserregelungen (z. B. Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 251) allein Heizöl EL schwefelarm eingesetzt werden.

# Heizölzusätze (Additive)



Heizölzusätze werden meist als Additive bezeichnet. Auf dem Markt werden hauptsächlich Fließ-, Stabilitäts- und Verbrennungsverbesserer angeboten, um bestimmte produkt- bzw. anwendungsspezifische Eigenschaften zu verstärken. In vielen Additivpaketen werden verschiedene Wirkstoffe miteinander kombiniert. Bei der Verwendung von Additiven sind unbedingt die Herstellerangaben zu beachten, insbesondere im Hinblick auf die Dosierung.

Heizöl EL ist wegen der geforderten Kälteeigenschaften in der Regel bereits ab Raffinerie additiviert.

## Fließverbesserer

Fließverbesserer bzw. Filtrierbarkeitsverbesserer werden dem Heizöl EL schon in der Raffinerie beigelegt. Sie bewirken, dass das Wachstum der Paraffinkristalle bei tiefen Temperaturen begrenzt wird.

So kann auch durch Paraffinkristalle eingetrübtes Heizöl EL filtrierfähig bleiben.

Bei Anlagen, in denen entgegen der DIN 4755 eine frostgeschützte Lagerung des Heizöls nicht regelmäßig einzuhalten ist, kann die Verwendung von zusätzlichen Fließverbesserern helfen. Die Zugabe zum Heizöl ist nur sinnvoll, bevor die Bildung von Paraffinkristallen eingesetzt hat. Diese Additive bestehen aus aschefreien Polymeren, die sich im Heizöl lösen und das Wachstum der Paraffinkristalle begrenzen. Der Grenzwert der Filtrierbarkeit (CFPP) in handelsüblichem Heizöl EL kann dadurch gegenüber dem von der Raffinerie eingestellten Wert abgesenkt werden. Der Beginn der Bildung von Paraffinkristallen (CP) wird durch Fließverbesserer nicht herabgesetzt.

## Stabilitätsverbesserer

Heizöl EL kann bei langer Lagerdauer einer natürlichen Alterung unterliegen. Dieser vor allem zeitabhängige Prozess ist im Normalfall unkritisch. Bedingt durch unterschiedliche Faktoren wie die Einwirkung von Licht, Sauerstoff, Wärme und Buntmetallen wird dieser Alterungsprozess jedoch beschleunigt. Moderne Brennersysteme verbrauchen zudem weniger Heizöl, womit sich die Lagerzeiten in bereits vorhandenen Öltanks erhöhen. Werden ggf. entstandene Alterungsprodukte vom Brenner angesaugt, kann es zu einer Verringerung der Betriebssicherheit der Anlage kommen. Die Bildung von Alterungsprodukten kann durch spezielle Additive verringert werden.

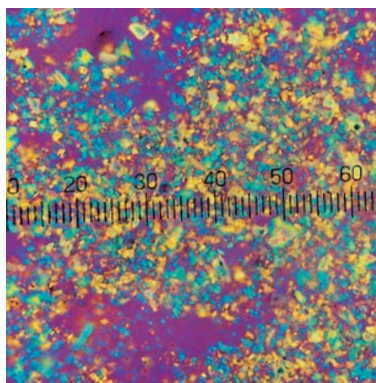
Als Additive kommen z. B. Antioxidantien zum Einsatz, die eine Alterung des Heizöls als Reaktion mit dem Luftsauerstoff bei der Lagerung verlangsamen. Detergentien und Dispergatoren sind in der Lage, vorhandene Alterungsprodukte im Heizöl zu binden, und können so die Öllageranlage über lange Zeit frei von Ablagerungen halten.

Um den gestiegenen Ansprüchen an eine hohe Energieausnutzung bei reduzierten Schadstoffemissionen zu genügen, kommen in modernen Brennern so genannte Ölvorwärmungen zum Einsatz. Zudem erreichen je nach Betriebsweise einzelne Brennerbauteile Werkstofftemperaturen von bis zu 900 °C, die eine Erwärmung des Heizöls, insbesondere nach dem Abschalten des Brenners, im Düsenstock bewirken. Hierdurch kann es zu einer verstärkten thermischen Beanspruchung des Heizöls im Bereich des Ölvorwärmers und der Öldüse kommen. Dies kann in einzelnen Fällen zur Bildung von Ablagerungen führen.

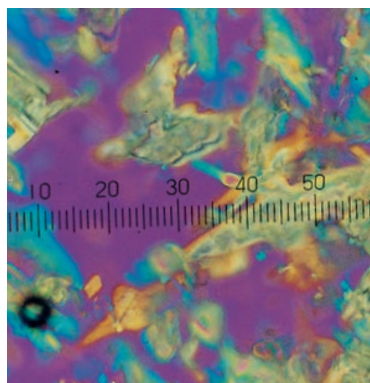
Die thermische Stabilität und das Langzeitlagerverhalten von Heizöl EL können durch spezielle Additive, zusammenfassend Stabilitätsverbesserer genannt, positiv beeinflusst werden. Die Bildung von Alterungsprodukten wird verringert, die thermische Stabilität von Heizöl EL wird deutlich erhöht und der negative Einfluss von Metallen wird durch Metaldeaktivatoren kompensiert. Der Einsatz von Stabilitätsverbesserern wird auch von vielen Geräteherstellern begrüßt, da hierdurch nachweislich die Betriebssicherheit erhöht wird.

---

## Einfluss des Fließverbesserers auf das Kristallwachstum



Fließverbesserer sorgen dafür, dass die Paraffinkristalle klein und damit filtergängig bleiben



Beim Unterschreiten des Cloud Points (CP) bilden sich Paraffinkristalle

## Verbrennungsverbesserer

Vereinfacht dargestellt basieren diese Additive überwiegend auf in Heizöl EL löslichen organischen Eisenverbindungen mit der katalytischen Eigenschaft, die Rußbildung im Ansatz zu unterbinden bzw. die Verbrennungstemperatur von bereits vorhandenem Ruß zu senken.

Der Einsatz von Verbrennungsverbesserern bei modernen Brennern mit Abgasrezirkulation (z. B. bei so genannten Blaubrennern) ist nicht erforderlich, da diese Technologie eine permanent rußfreie Verbrennung ermöglicht. Herkömmliche Gelbbrenner hingegen können mit zunehmender Betriebsdauer aus den unterschiedlichsten Gründen ihren anfangs vom Monteur optimal eingestellten Betriebspunkt verändern. Wirksame Verbrennungsverbesserer vermögen den dadurch üblichen Anstieg der Rußzahl und die Bildung von Rußbelägen im Kessel zu reduzieren.

Ebenso können die Auswirkungen von Veränderungen im Umfeld – wie z. B. schwankende Zugverhältnisse im Schornstein, die die Verbrennung beeinflussen – ausgeglichen werden. Durch Verbrennungsverbesserer kann der optimale Zustand der Anlage über einen längeren Zeitraum gehalten werden.

Verbrennungsverbesserer eignen sich auch für den Einsatz in Verdampfungsbrennern (Ölöfen). Typisches Erscheinungsbild für eine mit Verbrennungsverbesserern betriebene Anlage sind leicht rotbraune, unschädliche Beläge auf den Wänden des Feuerraums, deren Menge äußerst gering ist. Die Menge der über metallhaltige Additive (Verbrennungsverbesserer)

eingebrachten Aschebildner ist so gering, dass bei vorschriftsmäßiger Dosierung der nach DIN 51603-1 zulässige „Asche“-Wert bei weitem nicht erreicht wird. Bei Heizöl EL schwefelarm ist die Zugabe metallhaltiger Additive allerdings nicht zulässig.

## Wichtiges zum Einsatz von Additiven

- » Bei der Verwendung von Additiven sind die Herstellerangaben, insbesondere in Hinblick auf die Dosierung, zu beachten.
- » Die Stabilität und damit das Langzeitlagerverhalten von Heizöl EL können durch spezielle Additive verbessert werden.
- » Wenn die Ursache von Brennerstörungen in der Zugabe eines Additivs vermutet wird, ist die Kenntnis des Produktes unerlässlich. Nur so lässt sich die Frage nach einer möglichen Mitwirkung des Additivs an der Störung klären.
- » Bei den heute eingesetzten neu entwickelten Additivpaketen sind Unverträglichkeiten untereinander nicht bekannt.
- » Die nachträgliche Zugabe von Fließverbesserern kann bestehende Filterverstopfungen durch Paraffinausscheidungen nicht beheben.
- » Eine Gelbfärbung des Filterpapiers bei der Rußzahlmessung bedeutet nicht zwangsläufig das Vorhandensein von Ölderivaten im Abgas. Bleibt die Färbung nach Anwendung des Fließmittels (Azeton) erhalten, handelt es sich um Eisenoxide aus dem Einsatz von Verbrennungsverbesserern.

# Lagerung von Heizöl EL

Bei der Lagerung von Heizöl EL beim Verbraucher haben sich in den vergangenen Jahren Änderungen ergeben. Der spezifische Jahresverbrauch ist durch moderne, effiziente Kessel und Brenner, neue Heizungsregelungen sowie Maßnahmen zur zusätzlichen Wärmedämmung der Gebäude gesunken. Die Vorräte des Verbrauchers reichen daher bei gleichem Lager volumen heute deutlich länger als in der Vergangenheit. Abhängig von den Lagerungsbedingungen können sich geringe Mengen ölnlöslicher Anteile bilden, die sich zusätzlich zum Kondenswasser am Tankboden ablagern. Das Entstehen dieser Alterungsprodukte wird neben der Zeit durch verschiedene Faktoren begünstigt. Diese sind vor allem:

- » Wärme, die auf das Produkt einwirkt
- » Lichteinfall auf das Produkt
- » Sauerstoffkontakt über die Entlüftungsleitung des Öltanks oder bei Zweistrangsystemen durch den freien Fall des Heizöls aus der Rücklaufleitung in den Tank
- » die katalytische Wirkung von Buntmetallen und ihren chemischen Verbindungen

## Frostsichere Lagerung ist gefordert

Beim Abkühlen von Heizöl EL beginnen ab einer bestimmten Temperatur (CP) einzelne Bestandteile (Paraffine) zu kristallisieren. Dies führt zuerst zu einer milchigen Trübung des Brennstoffes. Beim weiteren Abkühlen konglomerieren die Paraffinkristalle. Es kommt zu einer Filterverlegung und Leitungsverstopfung und damit zu einer Störung der Heizungsanlage.

In der DIN 4755 wird daher gefordert, dass sowohl die Lagerung als auch die Verlegung der Ölleitungen zum Brenner frostsicher sein müssen.

Steht der Öltank im Keller, wird diese Bedingung erfüllt. Bedenklich sind Behälter, die in nicht wärme gedämmten Anbauten, Schuppen oder im Freien stehen. Hier kann es im Winter zu Problemen kommen, wenn die Temperaturen Minusgrade erreichen. Kritisch können auch Erdtanks sein, die zwar frostsicher liegen, deren Ölleitung aber bei nicht sachgerechter Installation insbesondere im Bereich des Domschachts ungeschützt der Kälte ausgesetzt ist.

Die Ursache der Bildung von Paraffinkristallen liegt in den natürlichen Bestandteilen des Heizöls, die als Normalparaffine bezeichnet werden. Sie bestehen aus langkettigen Kohlenwasserstoffmolekülen, die sich durch ein hervorragendes Brennverhalten auszeichnen. Beim Unterschreiten einer gewissen Temperatur gehen sie vom flüssigen in den festen Zustand über und trüben das Heizöl EL ein (siehe auch Cloud Point). Steigt die Temperatur, lösen sich die festen Bestandteile wieder auf.

- » Die frostgeschützte Lagerung von Heizöl EL ist zu beachten. Bei Erdtanks ist der kritische Punkt häufig der Bereich des Domschachts. Vorhandene Ölleitungen müssen gut gegen Kälte gedämmt sein. Absperrventile, die aus der Wärmedämmung herausragen, stellen eine Kältebrücke dar.
- » Eine Innenbeschichtung bei Stahltanks vermeidet Rostbildung. Nach der Beschichtung von Tanks ist die vom Hersteller vorgegebene Wartezeit zur Aushärtung einzuhalten.
- » Vollbeschichtungen sind vorzuziehen, da sich bei Teilbeschichtungen im unbeschichteten oberen Teil des Tanks Flugrost bilden kann, der sich im Heizöl EL nur schwer absetzt und als mögliche Störungsquelle in die Ölversorgung gelangen kann.
- » Keine wässrigen Korrosionsschutzmittel in den Öltank einfüllen bzw. Opferanoden installieren. Hierdurch können sich Emulsionen und Sedimente bilden, die von der Ölpumpe angesaugt werden und dann zu Betriebsstörungen führen können. Sind die wässrigen Korrosionsschutzmittel schon im Tank, muss unbedingt eine schwimmende Entnahme und ein beruhigter Heizölaufstrom vorhanden sein bzw. nachgerüstet werden. Es empfiehlt sich, das Korrosionsschutzsystem bei einer wiederkehrenden Störung oder bei der nächsten Tankreinigung demontieren zu lassen.
- » Lange Leitungswege für die Brennstoffversorgung zwischen Öltank und Brenner vermeiden. Bei extrem langen Leitungen statt Kupferleitungen besser Stahl-, Kunststoff- oder Aluminiumrohre verwenden.
- » In Abständen von mehreren Jahren den Öltank vor der nächsten Lieferung von Heizöl EL möglichst weit leeren, um den Restbestand und damit die durchschnittliche Lagerzeit so gering wie möglich zu halten.
- » Der jährliche Heizöldurchsatz und das Nachtankverhalten des Kunden haben Einfluss auf die Notwendigkeit einer Tankreinigung. Wiederholte Filterverstopfungen durch Alterungsprodukte sind jedoch ein Indiz für die Notwendigkeit einer Tankreinigung. Es ist ein ausgewiesener Tankreinigungsfachbetrieb hinzuzuziehen.
- » Am einfachsten und effektivsten ist eine Tankreinigung, wenn sich in dem zu reinigenden Tank nur noch ein zu entsorgender Heizölrestbestand befindet. Dadurch unterbindet man die Rückgabe von zwischengelagertem, bereits gealtertem Heizöl EL und eine mögliche Verschleppung von Alterungsrückständen. Sollte diese Vorgehensweise nicht möglich sein, ist darauf zu achten, dass beim Abpumpen des sauberen Heizöls keine Tankbodenphase angesaugt wird. Bei prophylaktischen Tankreinigungen empfehlen wir daher, Absaugungen nur bis zur Höhe der Entnahmeöffnung der Saugleitung vorzunehmen (d. h. bei standortgefertigten Stahltanks und Kunststoffbatterietanks 5 cm über Tankboden, bei Erdtanks 10 bis 15 cm über Tankboden).
- » Bei der Reinigung des Öltanks auch die Leitungen zum Brenner spülen.
- » Durch eine schwimmende Entnahme kann verhindert werden, dass die Sedimente vom unteren Bereich des Öltanks angesaugt werden und zu Filterverstopfungen führen. (Bei der Installation einer schwimmenden Entnahme ist für bauartzugelassene Systeme darauf zu achten, ob das bestehende Entnahmesystem Bestandteil der Bauartzulassung ist; eine schwimmende Ansaugung ist bei Erdtanks unzulässig.)

### Tipps für die richtige Lagerung

- » Transparente Kunststofftanks sind lichtgeschützt aufzustellen. Auch ein Lichteinfall durch Kellerfenster ist zu unterbinden.
- » Die Heizölversorgung des Brenners sollte nur als Einstrangsystem (nur Vorlaufleitung) mit Entlüfter erfolgen.



# Filter

Filter in den ölführenden Leitungen zwischen Tank und Düse haben die Aufgabe, die empfindlichen Bauteile des Brenners wie Pumpe, Vorwärmer und Düse vor Verschmutzungen zu schützen und Brennerstörungen zu vermeiden.

## Vorfilter

Die in der Regel in einer als Schauglas gestalteten Filtertasse befindlichen Vorfilter unterscheiden sich in Material, Durchlässigkeit (Feinheit) und Oberfläche. Am größten sind meist Einsätze aus Sinterbronze und Siebgewebe aus Nylon oder Metalldraht. Filterelemente aus gesinterten Kunststoffen weisen mit einer Porengröße von 30 bis 75 µm eine hohe Feinheit auf. Sie zeichnen sich außerdem durch eine große

Oberfläche und lange Standzeit aus und sollten vorzugsweise verwendet werden. Filzfilter sind gegenüber mechanischer Beanspruchung sehr empfindlich. Feinste Fasern können sich lösen und bis in die Tangentialschlitze der Düse gelangen und deren Funktion beeinträchtigen. Außerdem neigen die einzelnen Segmente der Filzfilter dazu, sich ab einer gewissen Belegung mit Feststoffen zusammenzuziehen. Dadurch kann sich zum Steg ein Ringspalt bilden, durch den das Heizöl EL anschließend ungefiltert zur Düse gelangt. Dort, wo eine besonders feine Filterung gewünscht wird, können auch Sonderbauformen zum Einsatz kommen. Am gebräuchlichsten ist dabei eine Bauform ähnlich dem Motorölfilter beim PKW. In einem Filtergehäuse aus Blech befindet sich gefaltetes feines Filterpapier mit großer Oberfläche.



Vorfilter unterscheiden sich in Material, Feinheit und Oberfläche



Die Verfärbung der Filteroberfläche allein beeinträchtigt nicht die Funktion des Filters



Papierfilter mit großer Oberfläche und hoher Filterfeinheit

## Pumpenfilter

Pumpenfilter bestehen aus einem Siebgewebe, dessen Maschenweite größer ist als die des Vorfilters. Dieser Filter schützt die Pumpe lediglich vor gröberen Partikeln. Feinste Feststoffe, die den Vorfilter passiert haben, werden hier kaum zurückgehalten.

## Düsenfilter

Düsenfilter sind in etwa so fein wie Vorfilter aus Filz oder gesinterten Kunststoffen. Ablagerungen auf Düsenfiltern sind erfahrungsgemäß entweder äußerst feine Teilchen, die die vorgeschalteten Filter passiert und sich anschließend zu größeren Teilchen zusammengeballt haben, oder, sehr viel häufiger, Feststoffe, die sich erst hinter dem Vorfilter im Bereich des Düsenstocks gebildet haben. Wenn das in der Düse befindliche Heizöl EL durch die Rückstrahlung des Kessels zusätzlich erwärmt wird, können sich unter ungünstigen Umständen zunächst Ablagerungen bilden, die sich im weiteren Verlauf unter Wärmeeinwirkung zersetzen und Substanzen mit koksartiger Struktur bilden können. In diesem Fall ist die Düse auszutauschen.

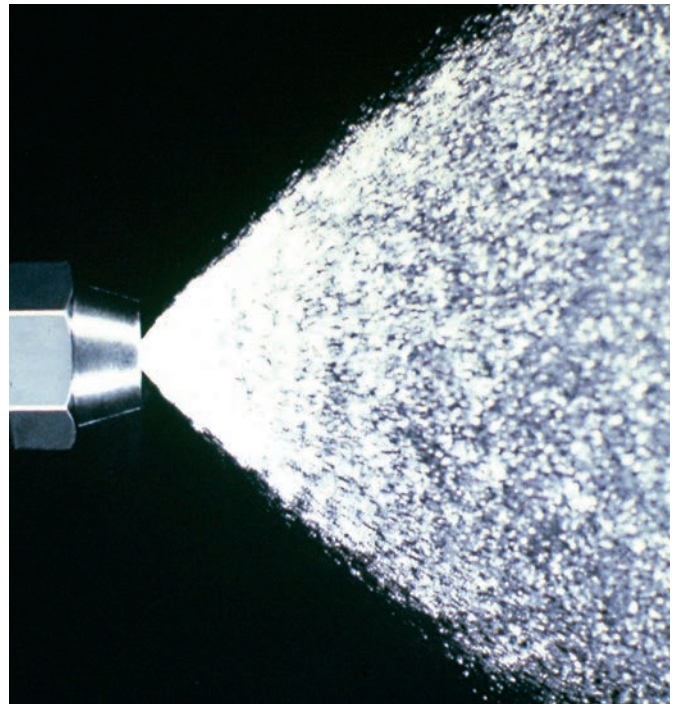
## Kurzinformation Filter

Filterverstopfungen können weitgehend vermieden werden, wenn einige bewährte Ratschläge befolgt werden:

- » Das Ende der Saugleitung im Öltank sollte einen Mindestabstand zu Tankboden haben (ca. 10 cm, ggf. auch mehr, je nach Geometrie des Tanks). Ablagerungen am Boden der Filtertasse können auf einen zu geringen Abstand der Saugleitung vom Tankboden hindeuten. Meistens reicht es aus, die Saugleitung um einige Zentimeter anzuheben bzw. zu kürzen. Alternativ kann, abhängig von der Tankgeometrie und Bauartzulassung bei oberirdischen Tankanlagen, auch eine schwimmende Ansaugung eingesetzt werden.
- » Wirksame Vorfilter sind solche aus gesinterten Kunststoffen.
- » Filzfilter sollten bei der Montage nicht an der Mantelfläche angefasst werden, sondern nur an dem Steg am unteren Ende. Hierdurch wird vermieden, dass sich feinste Fasern lösen.
- » Eine deutlich wahrnehmbare Geräusentwicklung der Brennerpumpe kann ein Anzeichen für einen verstopften Filter oder eine blockierte Ölleitung sein.
- » Eine dunkle Verfärbung der Oberfläche des Vorfilters oder vereinzelte, punktförmige Ablagerungen sind weder Indiz für verschmutztes Heizöl EL noch rechtfertigen sie einen Filterwechsel. Erst bei einem gleichmäßigen Belag, der die Struktur der Filteroberfläche nicht mehr erkennen lässt, ist ein Filterwechsel nötig.
- » Im Normalfall wird ein Wechsel des Vorfilters im Rahmen der jährlichen Wartung durchgeführt.

# Öldruckzerstäuberdüsen

Die Öldruckzerstäuberdüse ist eine der wichtigsten und zugleich empfindlichsten Komponenten des Ölbrenners. Mit ihr wird das Heizöl EL in feinste Tröpfchen zerstäubt, was für eine gute Verbrennung unerlässlich ist. Eine Verengung der äußerst geringen Querschnitte in den Tangentialschlitzten und der Bohrung sowie Ablagerungen auf dem Düsenkegel oder in der Wirbelkammer können zu einer Beeinträchtigung der Zerstäubungsgüte führen. Häufige Ursachen für Verschmutzungen der Düse sind thermisch bedingte Koksablagerungen oder mechanische Verunreinigungen. Eine schlechte Zerstäubung ist manchmal das Ergebnis von unsachgemäßen Versuchen, die Düse zu reinigen. Dabei kann die Bohrung durch Fasern und Schmutz verstopft werden, auch Deformation des Bohrungsaustritts ist nicht ausgeschlossen. Aber auch das Überspringen des Zündfunken auf die Düse bei falsch eingestellten Zündelektroden kann zu Störungen führen. Eine sorgfältige Justierung durch den Fachmann beseitigt die Störung. Sowohl Düsen als auch Filter sind Verschleißteile, die nicht gereinigt werden können und regelmäßig ersetzt werden müssen.



Quelle: Hans G. Werner GmbH & Co. KG, Reutlingen



## Hinweise

- » Schwarze Beläge auf dem Düsenkopf sind häufig die Folge einer mangelhaften Zerstäubung oder eines Nachtropfens der Düse.
- » Kerbenförmige Veränderungen auf dem Düsenkopf sind die Folge von Überschlagen des Zündfunken zwischen Düse und Elektrode.
- » Schwarze Ablagerungen am Austritt des Heizölvorwärmers und am Düsenfilter können auf eine hohe thermische Beanspruchung des Heizöls hinweisen. Ursache ist häufig die Rückstrahlung glühender Bauteile des Brenners. Gegebenenfalls kann durch die Verringerung der Vorwärmtemperatur Abhilfe geschaffen werden, um eine unnötige Wärmebelastung des Heizöls zu vermeiden.

# Verbrennung von Heizöl EL

Ziel der Verbrennung von Heizöl EL ist es, die darin gebundene chemische Energie in nutzbare Wärme umzuwandeln. Hierzu ist mit der Verbrennungsluft so viel Sauerstoff zuzuführen, dass alle brennbaren Bestandteile des Brennstoffs vollständig umgesetzt werden. Wenn die exakt für diese Verbrennungsreaktion benötigte Luft bzw. Sauerstoffmenge zugeführt wird, spricht man von stöchiometrischer Verbrennung bzw. vom stöchiometrischen Luftverhältnis  $\lambda = 1$ .

Die stöchiometrische Verbrennung von Heizöl EL unter Zufuhr gleicher Brennstoff- und Sauerstoffanteile ist ein theoretisches Modell, das in der Realität nicht erreicht wird. Heizöl EL wird in der Praxis mit einem Luftüberschuss verbrannt. Hierbei handelt es sich um eine überstöchiometrische Verbrennung ( $\lambda > 1$ ). Ein Luftverhältnis von  $\lambda = 1,2$  bedeutet die 1,2-fache stöchiometrische Luftmenge bzw. einen Luftüberschuss von 20 %.

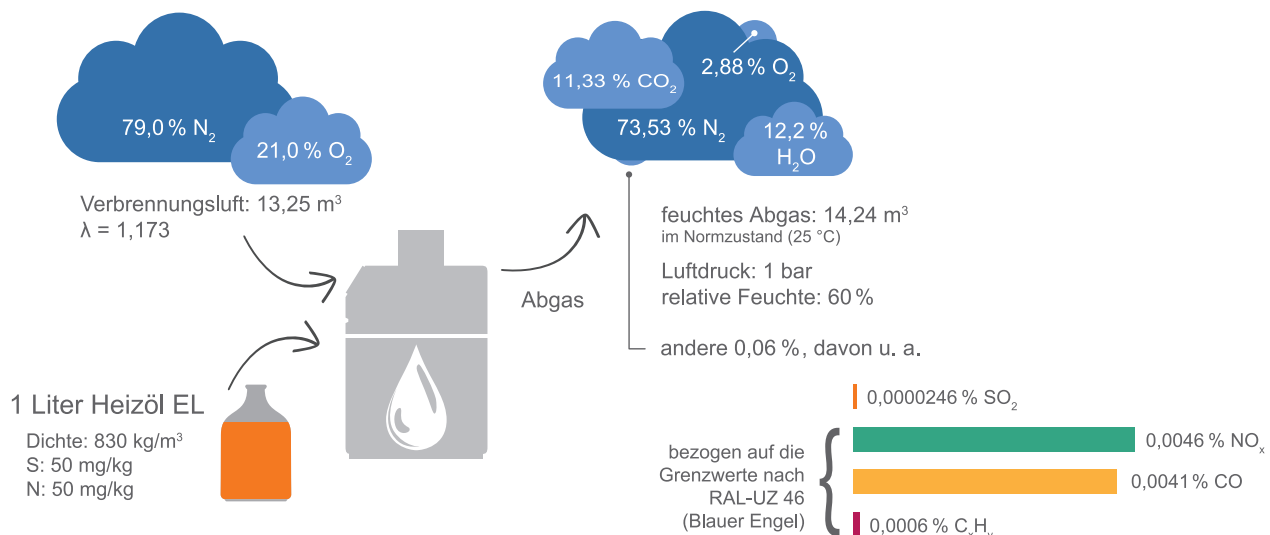
Bei der Verbrennung von Heizöl EL entstehen als Hauptprodukte Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Der  $\text{CO}_2$ -Gehalt im Abgas ist ein Maß für die Güte der Verbrennung. Ein hoher  $\text{CO}_2$ -Anteil im Abgas deutet auf eine optimale Verbrennung hin: je größer der  $\text{CO}_2$ -Gehalt, desto kleiner ist der Abgasverlust, d. h. desto weniger Wärme geht mit dem Abgas verloren.

Bei stöchiometrischer Verbrennung ( $\lambda = 1$ ) von Heizöl EL beträgt der theoretische  $\text{CO}_2$ -Gehalt im Abgas 15,4 %.

Mit steigendem Luftüberschuss kommt es jedoch zur Verdünnung der Abgase und der  $\text{CO}_2$ -Gehalt sinkt. Die überschüssige Luftmenge wird unnötigerweise mit-erwärmt und Wärme geht mit dem Abgas verloren. Eine optimale Verbrennung ist somit immer ein Kompromiss aus einem möglichst geringen Luftüberschuss und bestmöglicher Brennstoff-Luft-Vermischung. Im Abgas sind neben Kohlendioxid und Wasser vor allem Stickstoff ( $\text{N}_2$ ) und Restsauerstoff ( $\text{O}_2$ ) aus der Verbrennungsluft enthalten. In weitaus geringeren Mengen können bei der Verbrennung von Heizöl EL Schadstoffe entstehen. Hier sind Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ), Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ) sowie ggf. Kohlenwasserstoffe ( $\text{C}_x\text{H}_y$ ) und Ruß zu nennen. Diese Emissionen gilt es möglichst gering zu halten.

Um eine vollständige Verbrennung zu erzielen, ist, wie bereits erwähnt, mit der Verbrennungsluft so viel Sauerstoff zuzuführen, dass alle brennbaren Bestandteile des Brennstoffs vollständig umgesetzt werden. Für die stöchiometrische Verbrennung von 1 Liter Heizöl werden immerhin rund 11 m<sup>3</sup> Verbrennungsluft benötigt. Daher kommt einer ausreichenden Verbrennungsluftzuführung eine besondere Bedeutung zu.



## Angabe von Wirkungsgraden: Die Bezugsgröße macht den Unterschied

Bei Bezug auf den Heizwert erreichen Niedertemperaturheizungen (Heizöl EL und Erdgas) feuerungstechnische Wirkungsgrade von ca. 94 %. Zur Beschreibung dieser Energieausnutzung ermittelt der Schornsteinfeger einen Abgasverlust von 6 %. Hierbei handelt es sich um die Wärmemenge  $q_A$ , die den Wärmeerzeuger ungenutzt über die Abgasanlage verlässt, wobei die nicht genutzte Kondensationswärme des bei der Verbrennung entstehenden Wasserdampfes keine Berücksichtigung findet.

Der Abgasverlust kann nach einer der folgenden Formeln näherungsweise berechnet werden:

$$q_A = (T_A - T_L) * \left( \frac{0,50}{[CO_2]} + 0,007 \right)$$

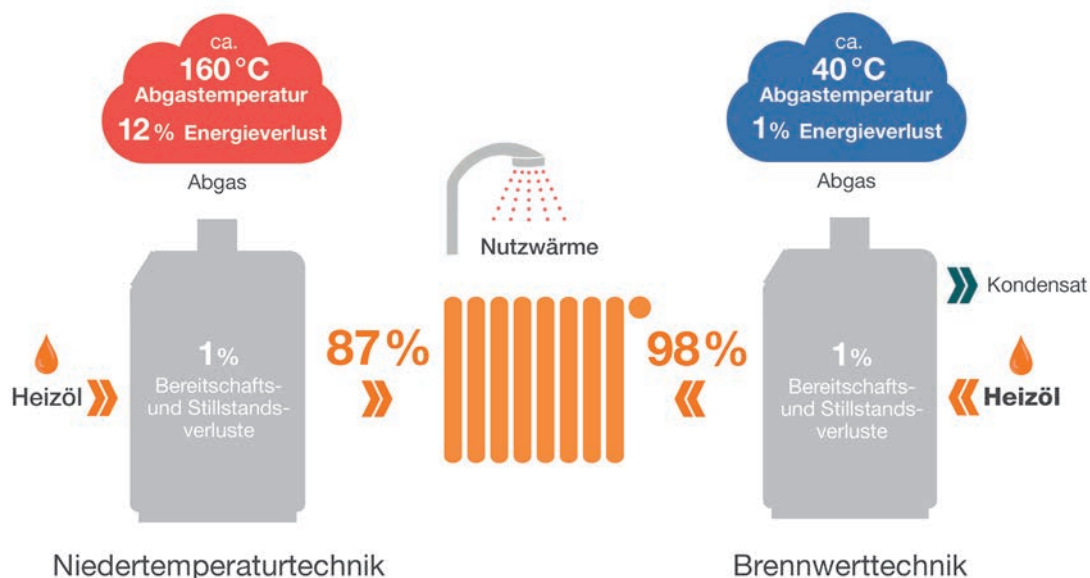
$$q_A = (T_A - T_L) * \left( \frac{0,68}{21-[O_2]} + 0,007 \right)$$

- $q_A$ : Abgasverlust in %
- $T_A$ : gemessene Abgastemperatur in °C
- $T_L$ : gemessene Verbrennungslufttemperatur in °C
- $[CO_2]$ : gemessener Volumengehalt an Kohlendioxid im Abgas in %
- $[O_2]$ : gemessener Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas in %

Bei einer vollständigen Betrachtung der Abgasverluste inklusive der Kondensationswärme ergeben sich für das vorgenannte Beispiel bei der Niedertemperaturtechnik Verluste von 12 % bei Heizöl sowie von 17 % bei Erdgas. Bei Erdgas liegt der Brennwert um rund 11 % über dem Heizwert, bei Heizöl EL beträgt der Unterschied rund 6 %.

Werden dagegen Brennwertgeräte eingesetzt, kommt es bei Bezug auf den Heizwert zu verwirrenden Wirkungsgradangaben von über 100 %. Der Grund dafür liegt in der Bezugsgröße „Heizwert“ selbst.

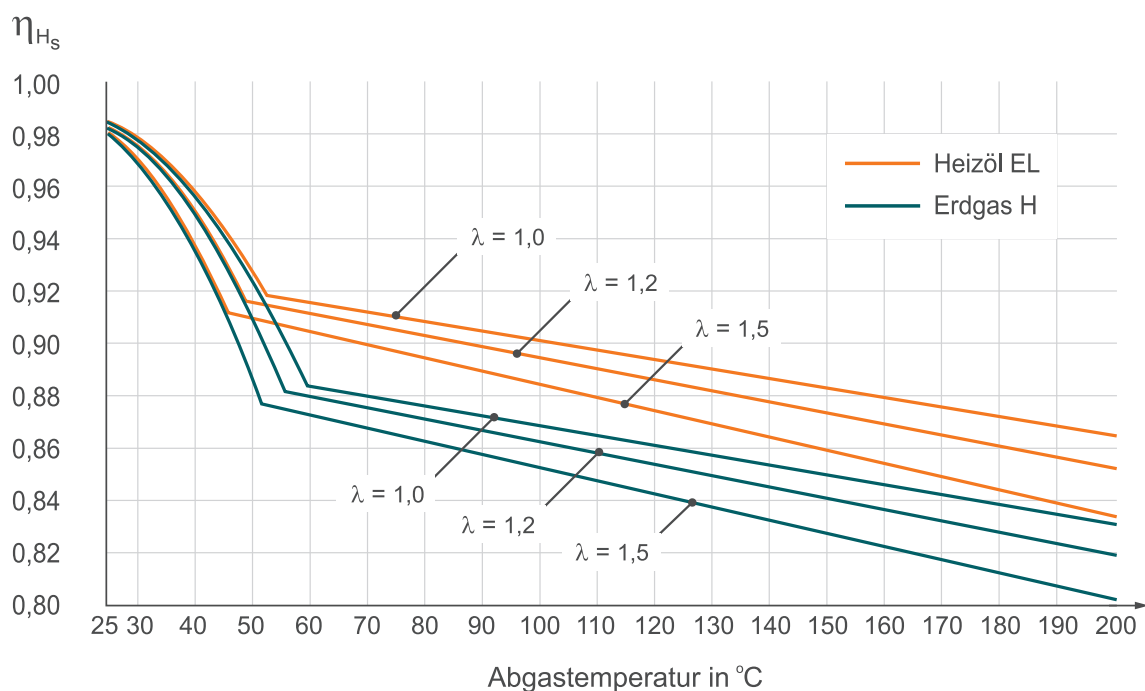
Früher wurde die Wärmemenge, die im Wasserdampf der Abgase steckt und durch den Schornstein entwich, nicht berücksichtigt (Heizwert). Bei Brennwertgeräten sind die technischen Voraussetzungen jedoch anders. Ein Teil der im Abgas enthaltenen Wärmemenge wird durch Brennwertgeräte wiedergewonnen. Bei der Berechnung des Wirkungsgrades eines Brennwertgerätes verwendet man jedoch nicht den Brennwert (Brennwert = Heizwert + Kondensationswärme), sondern bleibt beim Heizwert.



Abgasverlust verschiedener Heizsysteme bezogen auf den Brennwert

Die Folge: man bekommt mehr Wärme, als durch den Heizwert eigentlich möglich wäre. Die theoretisch nutzbare Wärmemenge erhöht sich bei Heizöl EL um ca. 6 % und bei Erdgas um ca. 11 %. Der Wirkungsgrad von Gas-Brennwertgeräten ist daher scheinbar höher als der von Öl-Brennwertgeräten.

Bezieht man die Energieausnutzung physikalisch richtig auf den Brennwert des jeweiligen Energieträgers, so ergibt sich eine theoretisch und technisch richtige maximale Energieausnutzung von 100 % und es zeigt sich, dass die Brennwerttechnik für beide Energieträger gleich effizient ist.



Feuerungstechnischer Wirkungsgrad bez. auf HS bei Verbrennung mit feuchter Luft ( $x_L = 10 \text{ g}_{\text{H}_2\text{O}} / \text{kg}_{\text{Luft}}$ )



### Hinweise für einen umweltschonenden effizienten Betrieb

- » Anzeichen einer mangelhaften und unwirtschaftlichen Verbrennung sind neben zu hohem Luftüberschuss zu hohe Abgastemperaturen, Rußzahlen und CO-Werte wie auch Kohlenwasserstoffe (Ölderivate) im Abgas.
- » Rußablagerungen im Feuerraum können ein Hinweis auf ein gestörtes Sprühverhalten der Öldruckzerstäuberdüse, eine unzulängliche Brenneinstellung oder eine zu kalte Betriebsweise des Wärmegeräts sein. Rußablagerungen mindern den Wärmeübergang und verschlechtern den Kesselwirkungsgrad. Die Neueinstellung der Anlage nach einer Kesselreinigung durch einen Fachmann schafft Abhilfe.
- » Die regelmäßige jährliche Wartung der Heizungsanlage trägt mit dazu bei, die geforderten Grenzwerte einzuhalten und den Verbrauch an Heizöl zu reduzieren.

# Stichwortverzeichnis

|                                  |  |  |
|----------------------------------|--|--|
| <b>A</b>                         |  |  |
| Abgastemperatur .....            | 32, 33   |  |
| Abgasverlust .....               | 31, 32   |  |
| Additive .....                   | 10, 17, 19, 20, 21, <b>22</b> , 23, 24         |  |
| Alterung .....                   | 15, 23, 25, 26                                 |  |
| Anlagenstörung .....             | 20   |  |
| Aromaten .....                   | 7  |  |
| Asche .....                      | 10, 11, 14, 19, 21, 22, 24                     |  |
| <b>B</b>                         |  |  |
| Brennwert .....                  | 10, 11, 12, <b>13</b> , 18, 19, 20, 21         |  |
| <b>C</b>                         |  |  |
| Cloud Point .....                | 11, 16, <b>17</b> , 23                         |  |
| CO-Werte .....                   | 33   |  |
| Cold Filter Plugging Point ..... | 11, 16, <b>17</b>                              |  |
| Cracken .....                    | 9  |  |
| <b>D</b>                         |  |  |
| Destillation .....               | <b>8</b> , 9, 15, 16                           |  |
| Dichte .....                     | 11, <b>12</b> , 13, 14                         |  |
| Düse .....                       | 14, 15, 20, 23, 24, <b>29</b> , <b>30</b> , 33 |  |
| Düsenfilter .....                | 29, <b>30</b>                                  |  |
| <b>E</b>                         |  |  |
| Einstrangsystem .....            | 10, 26   |  |
| Emissionen .....                 | <b>31</b>                                      |  |
| Entschwefelung .....             | <b>9</b>                                       |  |
| Erdöl .....                      | <b>7</b> , 8                                   |  |
| <b>F</b>                         |  |  |
| Filterverstopfung .....          | 24, 26, <b>29</b>                              |  |
| Filterwechsel .....              | 29   |  |
| Filtrierbarkeit .....            | 11, 17, <b>22</b>                              |  |
| Filzfilter .....                 | 28, 29   |  |
| Flammpunkt .....                 | 11, <b>13</b>                                  |  |
| Fließverbesserer .....           | 17, <b>22</b> , 23, 24                         |  |
| <b>G</b>                         |  |  |
| Gesamtverschmutzung .....        | 11, <b>15</b>                                  |  |
| <b>H</b>                         |  |  |
| Heizölzusätze .....              | <b>22</b>                                      |  |
| Heizwert .....                   | 12, <b>13</b> , 32                             |  |
| <b>I</b>                         |  |  |
| Innenbeschichtung .....          | 26   |  |
| <b>K</b>                         |  |  |
| Kälteverhalten .....             | 16, 17, 18, 20                                 |  |
| Koksrückstand .....              | 11, <b>15</b>                                  |  |
| Kondensationswärme .....         | 12, 13   |  |
| Konversionsverfahren .....       | <b>9</b>                                       |  |
| <b>L</b>                         |  |  |
| Lagerstabilität .....            | 20   |  |
| Lagerung .....                   | 11, 17, 22, 23, <b>25</b> , <b>26</b>          |  |
| Luftüberschuss .....             | 31, 33   |  |
| Luftverhältnis .....             | 31   |  |

|  |                                      |  |
|--|--------------------------------------|--|
| <b>M</b>                               |                                      |  |
| Mischanlagen .....                     | 9                                    |  |
| <b>N</b>                               |                                      |  |
| Naphthene .....                        | 7                                    |  |
| Niedertemperaturkorrosion .....        | 12                                   |  |
| <b>O</b>                               |                                      |  |
| Öl-Brennwertgeräte .....               | 10, 18, 19, 20, 21, 33               |  |
| Olefine .....                          | 7                                    |  |
| Opferanoden .....                      | 26                                   |  |
| <b>P</b>                               |                                      |  |
| Paraffine .....                        | 7, 17, 25                            |  |
| Pour Point .....                       | <b>16</b>                            |  |
| Pumpenfilter .....                     | <b>29</b>                            |  |
| <b>R</b>                               |                                      |  |
| Raffination .....                      | 8, 9                                 |  |
| Ruß .....                              | 12, 24                               |  |
| <b>S</b>                               |                                      |  |
| Saugleitung .....                      | 15, 26, 29                           |  |
| Schwefelarmes<br>Heizöl EL .....       | 8, <b>10</b> , 11, 12, 14 – 26, 28   |  |
| Schwefelgehalt .....                   | 7, 8, 9, <b>10</b> , 11, 16, 19      |  |
| Sedimente .....                        | <b>15</b>                            |  |
| Speziell additiviertes Heizöl EL ..... | <b>20</b>                            |  |
| Stabilitätsverbesserer .....           | 20, <b>23</b>                        |  |
| Standard Heizöl EL .....               | 20                                   |  |
| <b>T</b>                               |                                      |  |
| Tankreinigung .....                    | 15, 26                               |  |
| Thermische Stabilität .....            | 23                                   |  |
| <b>V</b>                               |                                      |  |
| Verbrennung .....                      | 9, 12, 13, 14, 20, 24, 30, <b>31</b> |  |
| Verbrennungsverbesserer .....          | 20, 22, <b>24</b>                    |  |
| Viskosität .....                       | 11, <b>14</b>                        |  |
| Vorfilter .....                        | <b>28</b> , 29                       |  |
| Vorwärmer .....                        | 23, 28                               |  |
| <b>W</b>                               |                                      |  |
| Wartung .....                          | 29, 33                               |  |
| Wassergehalt .....                     | 11, <b>15</b>                        |  |
| <b>Z</b>                               |                                      |  |
| Zweistrangsystem .....                 | 25                                   |  |



Die Verbreitung effizienter und emissionsarmer Heiztechnik im Interesse des Klimaschutzes und der Ressourcenschonung – mit diesem Ziel ist das Institut für Wärme und Oeltechnik e. V. (IWO) im Wärmemarkt tätig. IWO setzt sich dafür ein, dass die Vorteile des Energieträgers Heizöl langfristig im Wärmemarkt genutzt werden können. Zentrale Aufgaben sind: Forschen, Informieren und Beraten. IWO ist eine Einrichtung der deutschen Mineralölwirtschaft und wurde 1984 unter dem Namen Institut für wirtschaftliche Oelheizung e. V. in Hamburg gegründet. Seit Frühjahr 2011 steht IWO für Institut für Wärme und Oeltechnik. Mitglieder sind die Unternehmen der Mineralölindustrie, des Mineralölaufen- und -großhandels sowie der Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen e. V. (UNITI). Namhafte Hersteller von Heizgeräten und Komponenten sowie weitere Institutionen und Verbände begleiten die Arbeit von IWO als Fördermitglieder.