

## 4 – Heizöl- und Feststofffeuerungen

[www.farago.info](http://www.farago.info)

### Allgemeine Betrachtungen

Homogene und heterogene Verbrennung

Fette und magere Verbrennung

Wie hoch muss mindestens der Luftüberschuss sein?

Brennstoff-Partikelgröße und Verbrennungsqualität

### Heizölfeuerungen

Sprayverbrennung, Gelbbrenner

Heizölverbrennung mit Blaubrenner

Spraycharakterisierung

Brennstoffzerstäubung

Zerstäubung von Heizöl EL mit Druckdralldüse

Tropfenverdampfung, D<sup>2</sup>-Gesetz

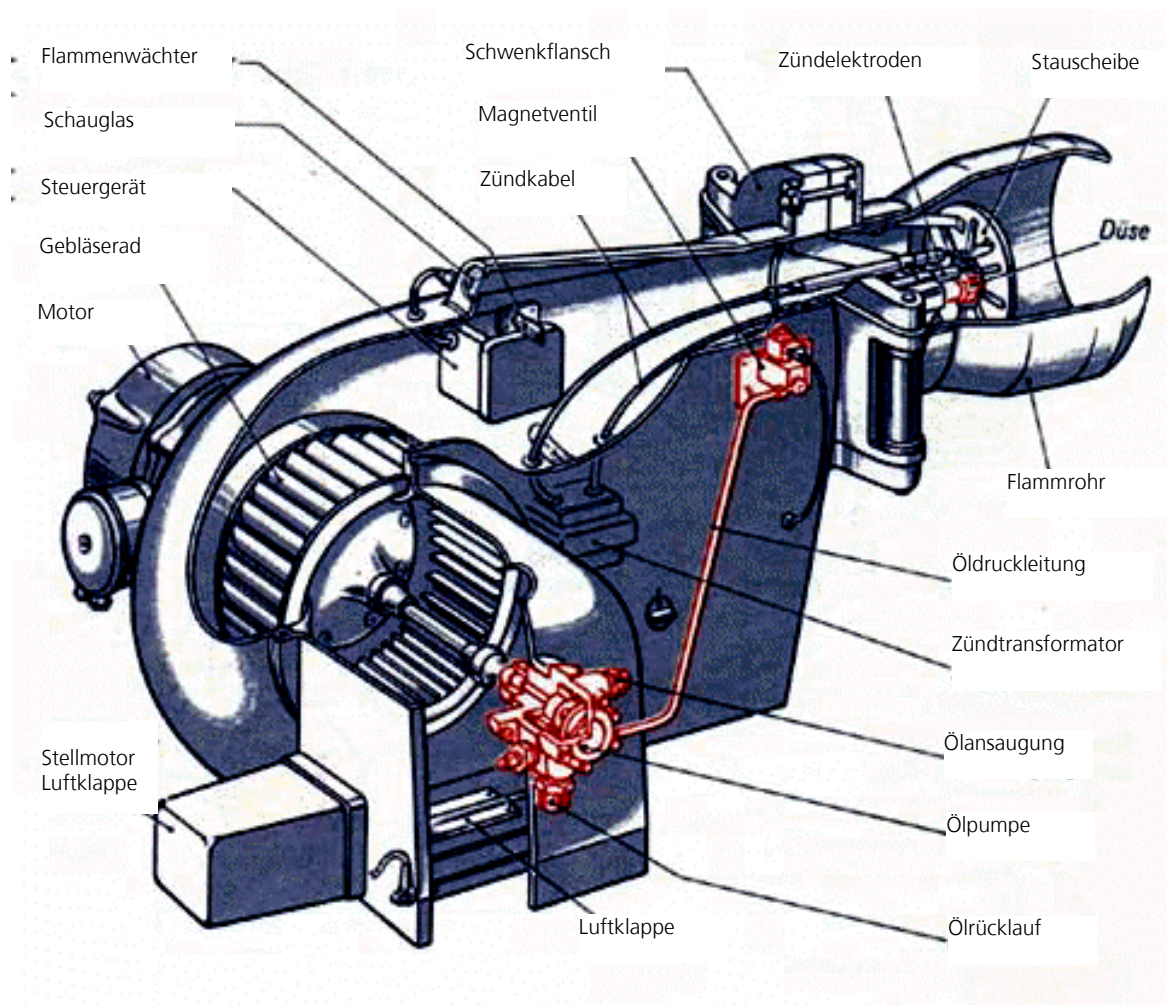
### Ölbrenner

### Feststofffeuerungen

Brennstoffaufbereitung bei Feststoffverbrennung

Klassifizierung der Feststofffeuerungen

## Ölbrenner



**Abbildung 24:** Aufbau eines Öl-Gebläsebrenners – Gelbbrenner

## 4 – Heizöl- und Feststofffeuerungen

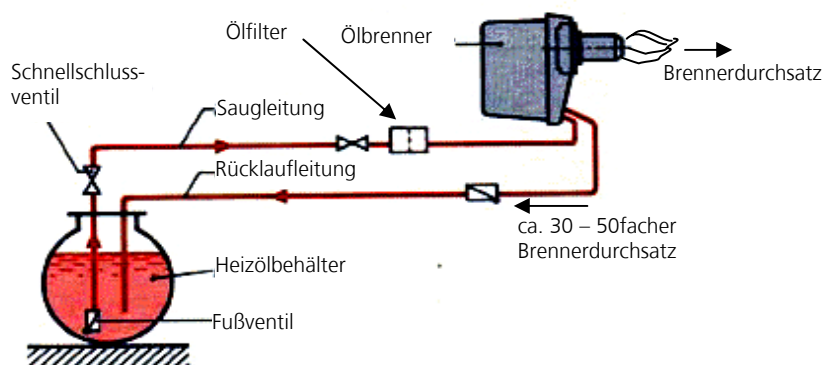
[www.farago.info](http://www.farago.info)

Bei einem Ölzerstäubungsbrenner wird das Heizöl durch eine Ölbrennerdüse zerstäubt und elektrisch gezündet. Ein Gebläse führt die zur Verbrennung notwendige Luft zu. Die Flamme wird durch einen Lichtfühler (Flammenwächter) überwacht. Der Temperaturregler am Heizkessel schaltet den Brenner nach Bedarf ein und aus. Ein Temperaturbegrenzer sichert den Heizkessel gegen zu hohe Temperaturen ab.

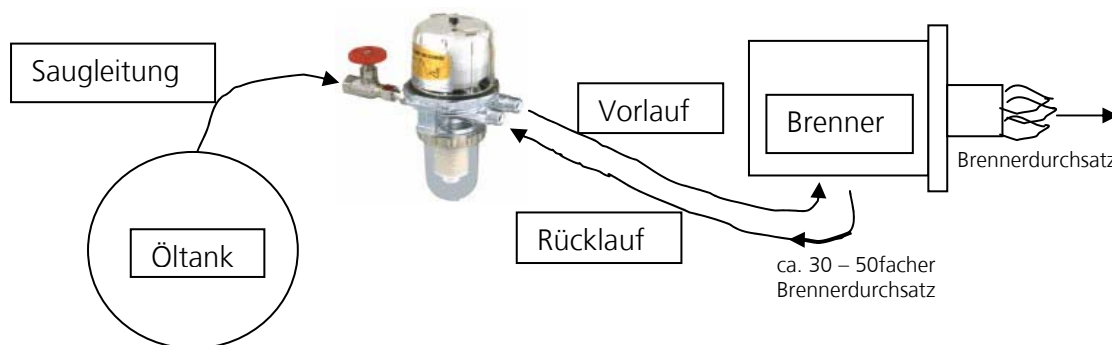
Das Heizöl wird durch die Ölpumpe angesaugt. Motor, Gebläse und Ölpumpe sind bei diesen Ölzerstäubungsbrennern immer gleichzeitig in Betrieb. Die Ölpumpen dürfen nie gegen eine Absperrung arbeiten, da der Druck sonst zu hoch wird. Beim unten gezeigten Zweistrangsystem wird deshalb in die Ölrücklaufleitung nur ein Rückschlagventil eingebaut.

Die Ölpumpe drückt das Heizöl mit einem Druck von 7 bis 25 bar über die Öldruckleitung zur Ölbrennerdüse. Am Austritt der Ölpumpe oder in der Ölleitung ist ein Magnetventil einzubauen, welches das Öl dicht absperrt.

### Anschluss an die Ölversorgung, Zweistrangsystem, Einstrangsystem



**Abbildung 25:** Anschluss des Brenners an die Ölversorgung, Zweistrangsystem (Altanlagen!)



**Abbildung 26:** Ölfilter, Einstrang-Fördersystem mit Zweistrang-Ölpumpe

Das **Zweistrangsystem** ist das ältere, fast alle Altanlagen sind Zweistrangsysteme.

Ölstrom in der Saugleitung = Rücklaufstrom + Brennerdurchsatz,

Rücklaufstrom  $\gg$  Brennerdurchsatz.

Vorteil: leichte Inbetriebnahme;

Nachteil: Öl im Tank altert schnell; In der Saugleitung kann der Ölstrom abreißen - Fehlzündungen!

## 4 – Heizöl- und Feststofffeuerungen

[www.farago.info](http://www.farago.info)

Bei Neuanlagen wird ausschließlich **Einstrangsystem** (Einstrang-Fördersystem mit Zweistrang-Ölpumpe) eingebaut.

Vorteil: Öl altert nicht so schnell,

die Wärme durch die Ölumwälzung erwärmt das Öl im Filter,  
 Leistungsbedarf der Ölvorwärmung wird minimiert.

Nachteil: Bei der Inbetriebnahme muss das Öl durch eine Handsaugpumpe aus dem Tank in den Filter geführt werden.

Die Ölvorwärmung durch die Ölumwälzung ist eine Funktion der Brennerlaufzeit. Entsprechend der fallenden Ölviskosität bei langen Brennerlaufzeiten sinkt die Brennerleistung mit steigender Laufzeit. Dadurch vermindern sich Luftzahl und Kesselwirkungsgrad mit zunehmender Brennerlaufzeit.

Die Kombination Einstrang-Fördersystem mit Einstrang-Ölpumpe ist nicht zu empfehlen!

**Aufgabe 11:** Warum altert das Heizöl im Zweistrangsystem schneller als im Einstrangsystem, und wie kann man dem Altern entgegenwirken?

**Aufgabe 12:** Warum sinkt die Brennerleistung bei langen Brennerlaufzeiten im Einstrangsystem, und wie kann man diesem Effekt entgegenwirken?

**Aufgabe 13:** Der Heizölverbrauch für drei Einfamilienhäuser beträgt 1900 Liter pro Jahr und Haus. Die Öltankkapazität beträgt jeweils 6000 Liter. Alle drei Anlagen gehen im Jahr 2000 in Betrieb, indem zuerst die Öltanks mit Heizöl gefüllt werden. Im Haus 1 wird der Öltank einmal jährlich nachgefüllt. Im Haus 2 wird alle zwei Jahre voll getankt. Beim Haus 3 wird der Tank alle drei Jahre einmal nachgefüllt. Wie alt ist das Öl in den drei Anlagen im Jahre 2012 vor und nach dem Vulltanken? Für das Alter bei Ölmischungen kann ein linearer Ansatz angenommen werden: Z.B. 750 Liter 2 Jahre altes Öl gemischt mit 250 Liter frisches Öl (0 Jahre alt) ergibt 1000 Liter 1,5 Jahre altes Öl:  $(750 \cdot 2 + 250 \cdot 0) / 1000 = 1,5$

Jahr	Haus1		Haus2		Haus3	
	vor Betankung	nach	vor Betankung	nach	vor Betankung	nach
0		0,0		0,0		0,0
1	1,0					
2			2,0			
3					3,0	
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

## 4 – Heizöl- und Feststofffeuerungen

### Ölpumpe



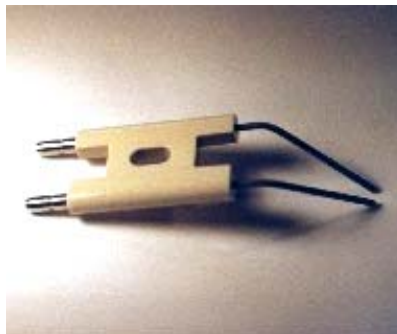
**Abbildung 27** Bei Neuanlagen ist das Magnetventil ein Zubehör der Pumpe. In Abbildung 24 sind Heizölpumpe und Magnetventil voneinander getrennt.

Pumpenanschlüsse sind:

- Saugleitung von Öltank bzw. von Ölfilter (Einstrang)
- Rücklaufleitung zum Öltank bzw. zum Ölfilter
- Leitung zum Ölbrenner (wird mit Magnetventil geöffnet)
- bei Zweistufenbrenner zweite Leitung zum Ölbrenner
- Stutzen zur Öldruckmessung

Der Pumpendurchsatz ist das dreißig- bis fünfzigfache des Brennerdurchsatzes. Bei der Erhöhung des Druckniveaus zur Düse wird der Gesamtdurchsatz gedrosselt  
Die Ölpumpe für Zweistufenbrenner beinhaltet zwei Magnetventile

### Zündelectrode

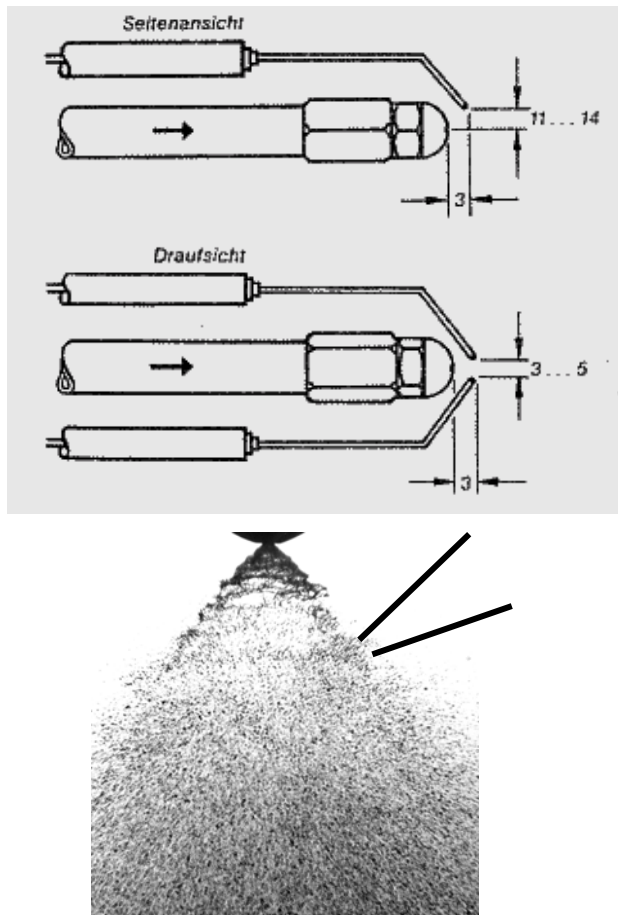


**Abbildung 28:** Zündelectrode **Vorsicht: Spannung über 10 000 Volt**

Wichtig ist die richtige Stellung der Elektroden am Sprühkegel. Hierzu gibt es immer konkrete Herstellerangaben. Der Abstand der beiden Elektroden-Enden voneinander sollte etwa 3 - 5 mm betragen. Bei richtigem Abstand wird der Zündfunke durch den Gebläseluftstrom bogenförmig in den Ölnebel eingeblasen. Man sollte immer darauf achten, dass der Abstand der Elektroden zur Stauscheibe und zum Düsenkopf etwas größer ist als der Abstand der Elektroden-Enden untereinander, da sonst der Zündfunke auf die Düse überspringt. Die Gefahr des Überspringens wächst mit zunehmendem Verschmutzungsgrad des Brenners.

## 4 – Heizöl- und Feststofffeuerungen

Ein Beispiel, wie Elektroden eingestellt sein sollten, wird in Abbildung 29 gezeigt.



**Abbildung 29:** Einstellung der Zündelektrode:

Am Rand des Ölnebel,

zu weit in den Ölnebel:

zu weit außerhalb des Ölnebel:

Elektroden zu nah zueinander:

Elektroden zu weit voneinander:

Herstellerangaben sind nur Orientierungswerte!

Zündelektrode verkokst

Brenner zündet nicht

schlechte Zündung

Durchschlagen

**Aufgabe 14** Was sind die häufigsten Fehler bei der Einstellung der Zündelektrode bei Ölbrennern?

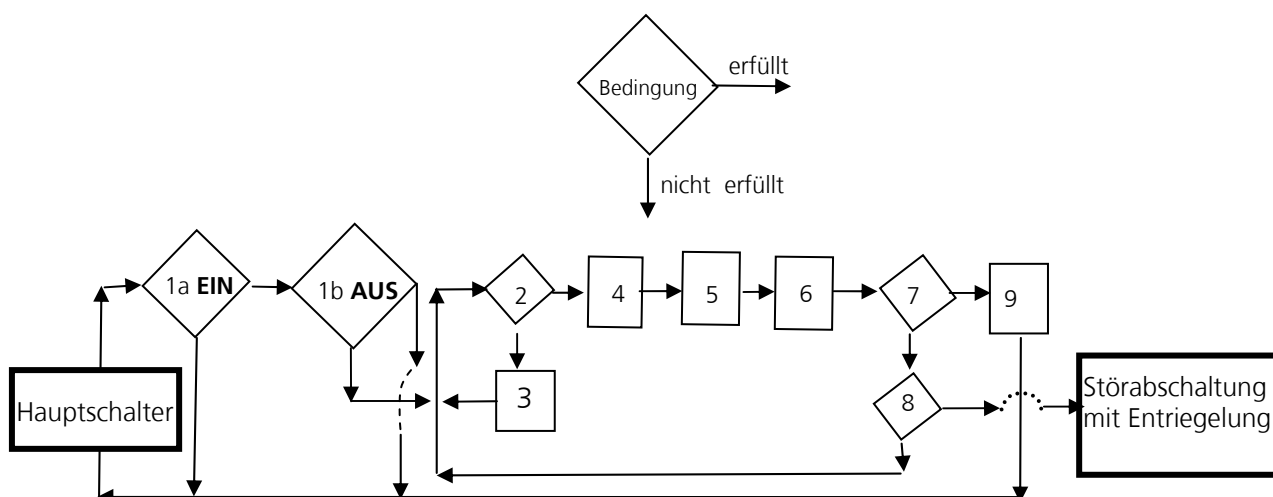
## 4 – Heizöl- und Feststofffeuerungen

### Feuerungsautomat (Steuergerät)



**Abbildung 30:** Feuerungsautomat

Der Feuerungsautomat (oder Steuergerät) überwacht und kontrolliert die Funktionen Brenner-Motor, Ölvorwärmer, Brennstoffzufuhr, Zündung, Flammenüberwachung etc. nach einem Programmplan. Auf der Rückseite des Steuergerätes ist der elektrische Anschlussplan angezeigt.  
Achtung: Der elektrische Anschlusspan eines Steuergerätes ist nicht genormt! Beim austauschen des Steuergerätes muss der elektrische Anschlussplan der beiden Geräte verglichen werden.



- 1a Kessel-Einschalttemperatur unterschritten: **EIN**
- 1b Kessel-Ausschalttemperatur überschritten: **AUS**
- 2 Brennstofftemperatur- oder Brennstoffdruck-Kontrolle, Vergleich Istwert – Sollwert
- 3 Brennstofftemperatur- oder Brennstoffdruck-Regelung oder Brenner AUS
- 4 Luft / Vorspülung EIN, nach vorgegebener Vorspülzeit weiter
- 5 Zündung **EIN**
- 6 Brennstoff **EIN**
- 7 Flamme vorhanden
- 8 Das erste mal ein neuer Zündversuch, das zweite mal: **Störabschaltung**
- 9 nach vorgegebener Zündzeit: Zündung **AUS**

**Abbildung 31:** Beispiel für einen Steuergerät-Programmplan

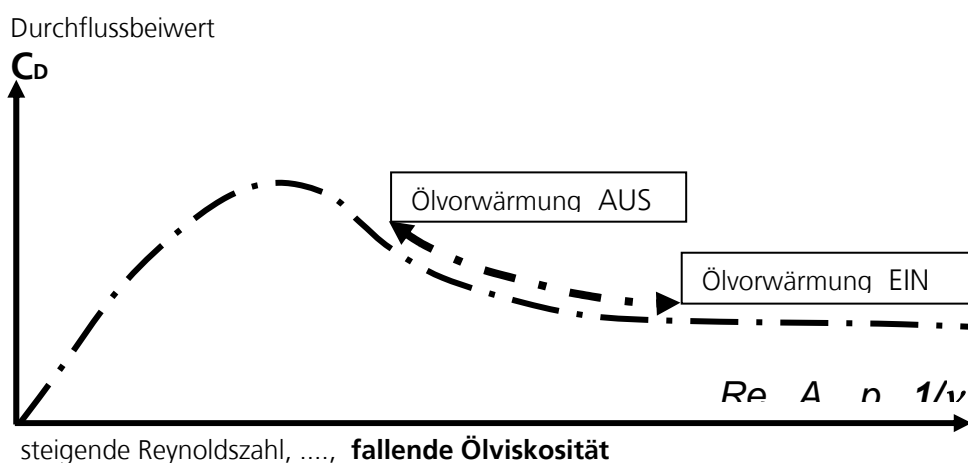
**Aufgabe 15:** Warum muss beim Austauschen einer Brennerkomponente meist auch das Steuergerät ausgetauscht werden?

## 4 – Heizöl- und Feststofffeuerungen

### Ölvorwärmung

Die meisten Ölbrenner sind mit einer elektrischen Ölvorwärmung ausgestattet, die das Heizöl auf ca. 60°C aufheizt und die Viskosität herabsetzt. Hierdurch werden folgende Vorteile erzielt:

- Schwankungen in der Viskosität (Zähflüssigkeit) und Dichte des Heizöles werden reduziert
- den Einfluss schwankender Lagertemperaturen (Sommer/Winter) wird reduziert
- der Öldurchsatz wird kleiner
- Russbildung in der Flamme reduzieren
- die Verbrennungsgeschwindigkeit steigern



**Abbildung 32:** Wirkungsweise der Ölvorwärmung (siehe Abbildung 12)

Die Ölvorwärmung hat sich in der Heizungstechnik vor ca. 25 – 30 Jahren etabliert. In der Regel werden Ölvorwärmer als Düsenstockvorwärmer unmittelbar vor der Zerstäuberdüse eingebaut. Die Kinderkrankheiten der Ölvorwärmung waren:

- 1 zu hohe Ölvorwärmtemperatur: Krackung im Ölvorwärmer, zu hoher Stromverbrauch
- 2 zu großes Volumen, Bildung von Luftblasen in der Druckleitung Ölnachtropfen nach Brennerschluss infolge der Wärmeausdehnung des Heizöls.

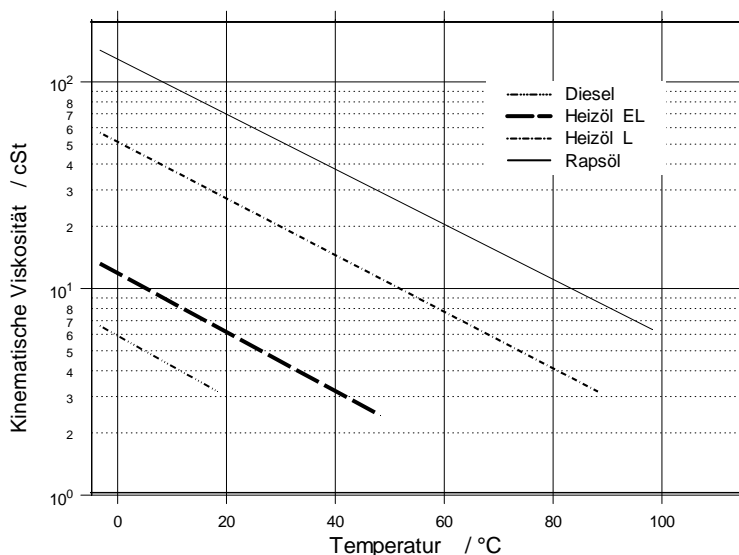
In der Praxis ist die Störung am Ölvorwärmer eine der häufigsten Gründe für Brennerstörungen. Die Störungen liegen meist bei älteren Modellen vor, neue Ölvorwärmer weisen die Kinderkrankheiten älterer Modelle nicht mehr auf. Bei der Brennerwartung empfiehlt es sich, ältere Düsenstockvorwärmer durch neue Modelle zu ersetzen. In vielen Fällen ist das verbunden mit der Notwendigkeit, auch den Feuerungsautomat durch ein neues Modell zu ersetzen. Neue Düsenstockvorwärmer sind in der Regel mit weniger Stromverbrauch verbunden, weisen weniger Volumen auf und neigen weniger zur Luftblasenbildung im Düsenstock.

**Aufgabe 16:** Warum verbessert sich die Zerstäubungsqualität und warum reduzieren sich die viskositätsbedingten Durchsatzschwankungen durch die Ölvorwärmung?

**Aufgabe 17:** Warum kann man die Brennerstart-Schadstoffbildung durch das Austauschen eines alten Ölvorwärmers durch ein neues Modell reduzieren?

## 4 – Heizöl- und Feststofffeuerungen

**Aufgabe 18:** Warum ist beim Brennerstart einer Ölheizung die Schadstoffbelastung besonders hoch?



**Abbildung 33:** Kinematische Viskosität verschiedener Brennstoffe

### Rapsölverbrennung

Rapsöl ist ein nachwachsender Brennstoff und damit ein erneuerbarer Energieträger. Bei der Rapsölverbrennung entsteht kein Treibhauseffekt: Die Kohlendioxidmenge, die bei der Rapsölverbrennung freigesetzt wird, wurde beim Wachsen des Rapses aus der Atmosphäre entnommen und im Pflanzenmaterial gebunden. Aus Abbildung 33 ist ersichtlich, dass Rapsöl die ca. zehnfache kinematische Viskosität aufweist als Heizöl EL. Dementsprechend müsste Rapsöl auf ca. 120 °C vorgewärmt werden, um in gleicher Qualität beim gleichen Förderdruck wie Heizöl EL zerstäubt und verbrannt zu werden. Dies könnte zur Verkrackung im Düsenstockvorwärmer führen, Langzeiterfahrung im notwendigen Maß liegt nicht vor. Häufig wird Rapsöl zum Heizöl beigemischt. Gute Erfahrungen liegen bei 85 % Heizöl 15 % Rapsöl Mischungen vor.

Bei der Umstellung eines für die Verbrennung von Heizöl EL ausgelegten Brenners auf die Verbrennung von Rapsöl oder Rapsöl-Heizöl-Mischungen könnten folgende Maßnahmen hilfreich sein:

- 1 Brennstoff stärker vorwärmen (Düsenstockvorwärmer austauschen)
- 2 Förderdruck erhöhen und kleinere Düse nehmen. Bei Kenntnis der Viskosität ist dies kein Problem, ohne Kenntnis: ausprobieren, messen, optimieren!
- 3 Eventuell Düsentyp ändern, und zwar so, dass dabei der neue Düsentyp um eine Stufe mehr die Hohlkegelcharakteristik annimmt (siehe Abbildung 8), d.h. Hohlkegel statt Halbhohlkegel, Halbhohlkegel statt Halbvollkegel etc.
- 4 Eventuell Filmkegelwinkel erhöhen, gegebenenfalls die Stauscheibe der veränderten Zerstäubung anpassen.

Die Umstellung auf Rapsöl oder Rapsölmischung ist eine Herausforderung an den Feuerungs-techniker und ein Dienst an der Umwelt.