

# Wissenswertes über Ölvorwärmer

# Einleitung

Bei der Einregulierung eines Ölbrenners kann der Heizungsmonteur nur von den zum Zeitpunkt der Wartung herrschenden Betriebsbedingungen ausgehen. Die Betriebsverhältnisse sind aber wetterabhängig, wie z.B. Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit im Heizungsraum und Schornsteinzug. Hier können immer, abhängig von den Witterungsverhältnissen am Schornstein, sowohl Überdruck als auch Unterdruck vorkommen.

Dazu kommt der Zustand des Heizöles. Hier denken wir speziell an die Ölviskosität, Dichte und Temperatur. Auch der Aufstellungsort des Öltanks spielt hierbei eine wesentliche Rolle. Ist der Öltank im Keller aufgestellt oder als Erdtank eingesetzt, so sind die Lagerverhältnisse sehr gleichmäßig, dagegen bringt die Aufstellung direkt im Heizungsraum oder im Freien die größten Änderungen mit sich, speziell bei der Umgebungstemperatur.

Wenn der Öltank aus lichtdurchlässigem Material hergestellt ist, muß er in einem dunklen Raum stehen, wo auch kein Licht durch evtl. vorhandene Fenster einfallen kann. Dies ist notwendig, da Heizöl ein organisches Material ist, welches abhängig von der Temperatur in Verbindung mit Luft und Licht reagiert.

Gemäß dem obengesagten wird ein Ölbrenner daher nie auf die sogenannte vollständige (stöchiometrische) Verbrennung einreguliert. D.h., daß die Verbrennung gerade auf die für den Verbrennungsprozeß notwendige Luftmenge einreguliert ist. Dies bedeutet, Luftüberschuß gleich Null.

Statt dessen wird eine Einregulierung mit entsprechendem Luftüberschuß gewählt, der unabhängig von allen äußeren Faktoren eine wirtschaftliche und saubere Verbren-

nung ergibt und damit die beste Ausnutzung des Öls. Die nach der Einjustierung gemessenen Werte für Kohlendioxyd ( $\text{CO}_2$ ) und die Temperaturdifferenz zwischen Abgas-temperatur und Temperatur der zugeführten Luft werden zur Berechnung des augenblicklichen Feuerungswirkungsgrades verwendet.

Durch die sich ständig ändernden Wetterverhältnisse wird sich die Menge der zugeführten Verbrennungsluft über das Jahr immer wieder ändern und daher ist der gemessene Wirkungsgrad über die Betriebsperiode nie konstant.

Daher kann man niemals über die gesamte Heizperiode, die im Öl enthaltene Wärmeenergie so optimal wie wünschenswert ausnutzen. Über die Wettereinflüsse und der Temperatur des dem Brenner zugeführten Heizöles, spielen auch die verschiedenen Öllieferungen, die zwischen den einzelnen Servicebesuchen kommen können, eine wesentliche Rolle. Diese Lieferungen weisen in Praxis große Unterschiede in Viskosität und Dichte auf.

Wenn alle diese Einflüsse auf ein Minimum reduziert werden können, kann der Brenner auf einen Betrieb mit niedrigerem Luftüberschuß eingestellt werden und damit auf einen höheren Wirkungsgrad. Da gleichzeitig der Brenner sauberer bleibt, wird der totale Jahreswirkungsgrad höher werden, wodurch das Öl wesentlich besser ausgenutzt wird. Dies bedeutet für den einzelnen Verbraucher gesamt gesehen einen niedrigeren Ölverbrauch.

Wie das erreicht werden kann und was Ölvorwärmung in diesem Zusammenhang bedeutet, ist in diesem kleinen Buch näher beschrieben:

„Wissenswertes über Ölvorwärmer“.



## Wie beurteilt man Verluste und Jahreswirkungsgrad?

Die Abgasverluste, und damit der Feuerungswirkungsgrad, werden durch Messung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes und der Abgastemperatur abzüglich der Raumtemperatur, oder der Lufttemperatur unter der Brennerhaube, berechnet.

Wenn man den Jahreswirkungsgrad nur auf Basis der nach jeder Kesselreinigung und Brennerwartung registrierten Abgasverluste beurteilen will, so wäre eine solche Beurteilung unrealistisch.

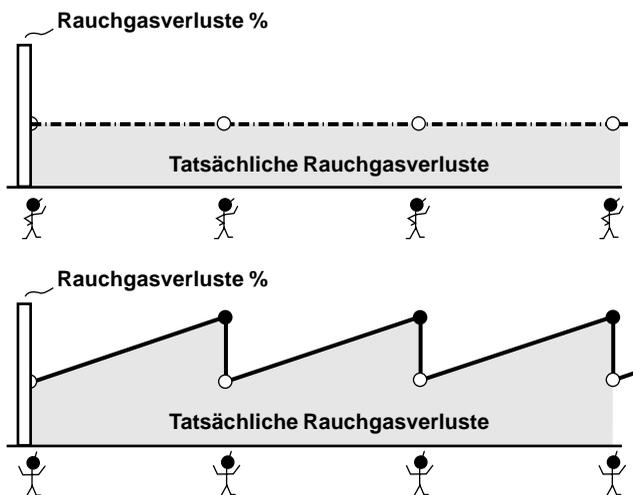
Dieses, weil hierbei keine Rücksicht auf den langsam steigenden Abgasverlust genommen wird, der zwischen zwei aufeinanderfolgenden Servicebesuchen entsteht. Denn es bildet sich über die gesamte Betriebsperiode ein isolierender Belag auf den Heizflächen des Kessels.

Wie sehr der Abgasverlust innerhalb dieser Periode steigt, ist hauptsächlich von der bei der Verbrennung gebildeten Rußmenge abhängig, wovon die Hauptmenge sich auf den Heizflächen des Kessels niederschlägt. Der augenblickliche Wirkungsgrad bzw. Abgas-

verlust ist daher nur ein Ausdruck für den gemessenen Betriebszustand unter den jeweiligen Betriebsverhältnissen. Diese sind, wie oben gesagt sehr variabel und können deshalb nicht allein die Grundlage für die Bestimmung des Jahreswirkungsgrades bilden (siehe Bild A). Er wird in Praxis immer niedriger liegen, da der Abgasverlust über die gesamte Betriebsperiode langsam ansteigt.

Die tatsächlichen Abgasverluste und damit der realistische Jahreswirkungsgrad müssen daher auf mehreren, laufend durchgeführten Messungen beruhen. Erst mit Hilfe dieser Messungen kann der durchschnittliche jährliche Abgasverlust und damit der durchschnittliche Jahreswirkungsgrad festgelegt werden (siehe Bild B).

*Solche Messungen können aber mit hinreichender Genauigkeit sowohl unmittelbar vor, als unmittelbar nach einer Kesselreinigung / Brennerjustierung vorgenommen werden.*



## Ein wenig über den Jahreswirkungsgrad von Ölfeuerungsanlagen

Jeder erfahrene Heizungstechniker weiß, daß Ölfeuerungsanlagen nur dann mit optimalem Jahreswirkungsgrad arbeiten können, wenn für die Verbrennung des Heizöles folgende Bedingungen vorliegen:

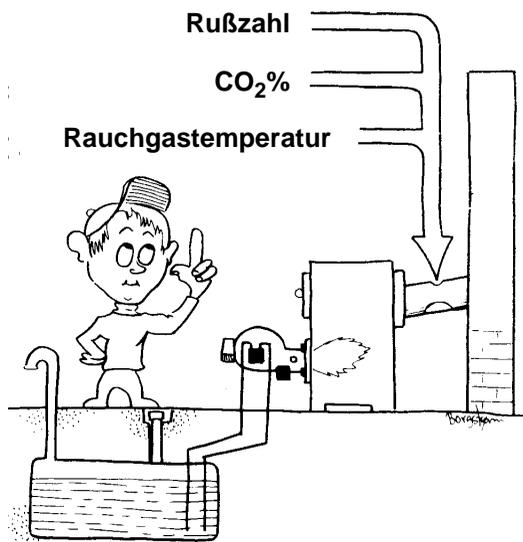
- ⟨ Eine gleichbleibend niedrige Rußzahl, am besten nahe Rußzahl 0.
- ⟨ Ein gleichbleibend niedriger Luftüberschuß, das heißt ein gleichbleibend hoher  $\text{CO}_2\%$ .
- ⟨ Eine niedrige Abgastemperatur, angepaßt an den Kessel und die Schornsteinverhältnisse.

Leider sind aber die äußeren Einflüsse von wesentlicher Bedeutung. Hier spielen die Witterungsverhältnisse mit den Einflüssen auf den Schornstein und die zugeführte Lufttemperatur eine so große Rolle, daß bei der Brennerwartung darauf Rücksicht genommen werden muß.

Der erfahrene Servicetechniker weiß, daß, wenn der Zug im Schornstein groß ist, weil z.B. ein hoher Luftdruck oder starker Wind

herrscht, das Gebläse des Ölbrenners mehr leistet als wenn die Luft um den Schornstein stillsteht. Der Sauerstoffinhalt der zugeführten Luft für die Verbrennung ist bei hoher Lufttemperatur niedriger als bei niedrigerer Lufttemperatur. Dies muß bei der Einregulierung des  $\text{CO}_2$  Prozentsatzes im Verhältnis zur Rußzahl berücksichtigt werden. Entsprechend ist der Luftüberschuß niedrig bei der Einregulierung bei minimalem Zug im Schornstein und am höchsten bei maximalem Zug. In Praxis arbeitet man also bewußt mit einem erhöhten Luftüberschuß. Dadurch gibt es einem reduzierten Wirkungsgrad im Verhältnis zu den optimal möglichen Resultaten der Anlage.

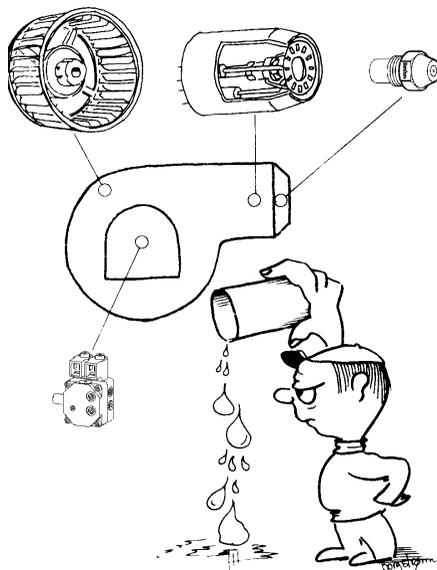
*Dies ergibt so für die Anlage in Praxis einen hohen Jahreswirkungsgrad bei minimalem Ruß, ohne gefährliche Kohlenmonoxydbildung (CO). Gleichzeitig erhält der Betreiber die bestmögliche Garantie, daß eine hohe Betriebssicherheit erreicht wird, ohne Störungen zu unpassenden Zeitpunkten.*



## Wie erreicht man in einem modernen Ölbrenner ein gleichbleibendes Luft / Öl-Verhältnis?

Auf der Luftseite des Brenners sorgt das Gebläse für einen relativ hohen statischen Luftdruck im Brennerrohr. Je höher dieser Luftdruck ist, um so unempfindlicher ist der Brenner gegenüber Änderungen bei den Zug- und Druckverhältnissen, die in der Brennkammer des Kessels über die Heizperiode auftreten können.

Ein hoher statischer Luftdruck im Brennerrohr ermöglicht es gleichzeitig, über den Widerstand im Brennerkopf einen hohen Grad von Rezirkulation und Rotation im Luftmuster zu erreichen. Damit wird unmittelbar nach dem Brennerkopf eine gute Durchmischung zwischen Öltröpfen und Luft erreicht. Dadurch kann der Verbrennungsprozeß mit niedrigem Luftüberschuß ablaufen und gleichzeitig gibt die hohe Rotation eine stabile und sichere Flamme, die nicht ohne weiteres ausgeblasen werden kann.



*So lange die Luftwege nicht verschmutzt werden, kann man so eine relativ stabile Luftzufuhr erreichen.*

In Anbetracht der verwendeten Komponenten auf der Ölseite des Brenners wird empfohlen, daß in der Saugleitung zwischen Öltank und Ölpumpe ein gutes Vorfilter verwendet wird, wobei dies in einigen Ländern übrigens bereits Vorschrift ist.

Eine Öldüse kann nur dann einwandfrei funktionieren, d.h. konstanten Öldurchsatz und Zerstäubungsqualität liefern, wenn die Ölverhältnisse vor der Düse immer so konstant wie möglich sind. Die Ölbrennerpumpe sorgt für den konstanten Öldruck vor der Öldüse. Ein gleichbleibender Öldruck allein ist aber nicht ausreichend für die Sicherung des konstanten Durchsatzes und der gleichbleibenden Zerstäubungsqualität. Der Düsendurchsatz und die Zerstäubungsqualität, d.h. Tropfengröße und Tropfengeschwindigkeit sind auch abhängig vom Zustand des Öles unmittelbar vor der Öldüse. Hier ist es besonders die Viskosität, die den größten Einfluß hat. Nur wenn

beides, sowohl Öldruck als auch der Zustand des Heizöls im Brenner konstant sind, wird die Öldüse in der Lage sein, einen konstanten Durchsatz und ein gleichbleibendes Zerstäubungsmuster zu liefern.

Die Verhältnisse sind heute in Praxis nicht immer ideal, d.h., daß, wenn sich die Viskosität des Heizöls vor der Öldüse ändert, wird diese Öldüse beim selben Druck eine andere Ölmenge, und damit ebenfalls eine geänderte Tropfengröße und Tropfengeschwindigkeit abgeben.

*Das bedeutet, daß eine sich ändernde Ölviskosität sowohl Luft- als auch Ölverhältnisse beeinflusst. Damit wird auch die Mischung in der Flamme und hiermit auch der augenblicklichen Wirkungsgrad der Verbrennung beeinflusst.*

*Wenn ein Ölvorwärmer unmittelbar vor der Öldüse eingesetzt wird, können diese Faktoren minimiert werden.*

# Viskosität, Dichte und Temperatur

Änderungen im Öl auf Viskosität, Dichte und Temperatur sind Faktoren, die eine wesentliche Rolle für die erreichbare Verbrennungsqualität spielen.

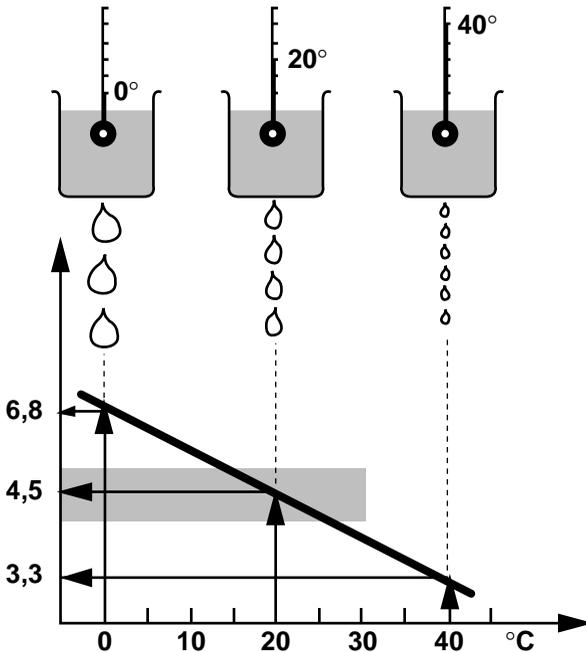
Wie leicht oder zähflüssig ein Öl ist, wird durch die Viskositätszahl angegeben. Je kleiner diese Zahl ist, desto dünner oder leichtflüssiger ist dieses Öl. Die Viskosität des Öles ist abhängig von der zur jeweiligen Zeit im Öl herrschenden Temperatur. Wenn die Viskosität für ein Heizöl daher definiert werden soll, ist es notwendig, die Öltemperatur anzugeben, bei der die Viskosität gemessen wurde. Allgemein wird „extraleichtes Heizöl“ in cSt = mm<sup>2</sup>/s gemessen, bei einer Norm-Temperatur von 20°C. Wie aus dem untenstehenden Diagramm hervorgeht, ändert die Viskosität sich (logarithmisch) mit der Temperatur, sie fällt mit steigender Temperatur.

Welche Viskosität ein Heizöl bei einer gegebenen Temperatur hat, kann man entweder messen oder man kann ein sogenanntes Viskositäts / Temperaturdiagramm für extraleichtes Heizöl verwenden.

Heizöl wiegt, wie bekannt, weniger als Wasser, und die Dichte wird normalerweise in kg/m<sup>3</sup> bei 15°C angegeben.

Auch die Dichte ist temperaturabhängig und fällt (linear) bei steigender Temperatur, wie auf untenstehendem Bild gezeigt. Auch hier ist es möglich, die tatsächliche Dichte des Öles bei einer gegebenen Temperatur zu bestimmen, mit Hilfe eines Dichte / Temperaturdiagrammes.

*Eine saubere und wirtschaftliche Verbrennung kann nur dann erreicht werden, wenn die Änderungen im Heizöl, wie Viskosität und Dichte minimal sind.*



## Ist die Viskosität und Dichte des Heizöles immer gleich?

Nein – ganz bestimmt nicht.

In Praxis gibt es viele Gründe, warum ein Ölbrenner mit Heizölen von verschiedener Viskosität und Dichte arbeiten muß, wie z.B.:

1. Qualitätsheizöle sind ein zusammengesetztes Produkt. Unter anderem ist es davon abhängig, woher das Rohöl kommt und wird daher mit verschiedenen Viskositäten und Dichten geliefert. Natürlich immer innerhalb geltender Normen.
2. In Praxis werden teils Sommer Heizöle mit höheren Werten für Viskosität und Dichte hergestellt und ausgeliefert, und teils Winterheizöle mit entsprechenden niedrigeren Werten betreffend der Kälteeigenschaften.
3. Dazu kommt, wie schon im vorherigen Abschnitt erwähnt, daß die Viskosität und Dichte sich mit den Temperatureinflüssen verändern. Bei Kälte im Winter und bei Wärme im Sommer.

In Praxis bedeutet dies, daß die optimale Verbrennungsqualität eigentlich nicht erreicht werden kann. Der Jahreswirkungsgrad wird daher niemals optimal sein.

Die Ursachen hierfür sind die jederzeit vorkommenden Änderungen der Viskosität und Dichte des Heizöles unmittelbar vor der Öldüse.

Dadurch werden die erreichbaren Werte beeinflusst wie:

*Tropfengröße*  
*Tropfengeschwindigkeit*  
*Zerstäubungswinkel*  
*Zerstäubungsmuster*  
*Öldurchsatz*



## Was geschieht in einer Öldüse, wenn sich die Viskosität ändert?

Danfoss Öldüsen, Typ EN, entsprechen den CEN-Normen in Bezug auf die Markierung der Leistung (Ölmenge in kg/h) Winkelindex und Sprühmuster. Die angegebenen Werte beziehen sich auf einen Zerstäubungsdruck von 1.000 kPa - 10 bar und auf ein Prüföl mit einer Viskosität von  $3,4 \text{ mm}^2/\text{s}$  bei einer Dichte von  $840 \text{ kg}/\text{m}^3$ . Zusätzlich wurde die frühere Markierung beibehalten (Ölmenge in  $\text{Usgal}/\text{h}$ ), bezogen auf einen Zerstäubungsdruck von 700 kPa - 7 bar und auf ein Prüföl mit einer Viskosität von  $3,4 \text{ mm}^2/\text{s}$ , aber einer Dichte von  $820 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

Nur wenige Heizöllieferungen werden entsprechend den obengenannten Werten ausgeliefert, und sollte dies einmal geschehen, so wird es bestimmt bei der nächsten Lieferung wesentliche Abweichungen geben. Denn die verschiedenen nationalen Heizölnormen geben alle nur maximal zulässige Werte an, sowohl für die Viskosität als auch für die Dichte, ohne aber Minimalwerte festzulegen.

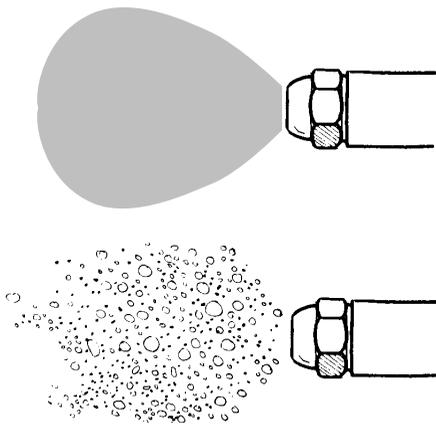
Die Öldüse ist bedingt durch die Konstruktion mit den feinen Tangentialschlitzten, der

Rotationskammer und der Düsenbohrung sehr empfindlich gegenüber Änderungen in der Viskosität.

Nimmt die Viskosität zu, z.B. durch eine niedrigere Öltemperatur oder nach einer anderen Öllieferung, so wird sich die Tropfengröße vergrößern und das Sprühmuster wird gleichzeitig mehr voll. Dies führt zu einer langsameren Verdampfung der Öltropfen und damit zu einer Senkung der Verbrennungsgeschwindigkeit.

Die Flamme wird daher länger und brennt mehr träge. Außerdem hat die Öldüse die Eigenschaft, oder auch den Nachteil, daß der Öldurchsatz sich mit steigender Ölviskosität erhöht. Die Flamme bekommt also mehr Öl zugeführt, wodurch der Luftüberschuß abfällt und z.B. die Rußproduktion steigt.

*Unter solchen, sich laufend ändernden Bedingungen, wird die Verbrennungsqualität sich über das ganze Jahr ständig ändern, was eine Verringerung des Jahreswirkungsgrades mit sich bringt (siehe auch „Wissenswertes über Öldüsen“).*



## Was geschieht bei der Verbrennung, wenn sich die Viskosität ändert?

Die meisten Service- und Ölfeuerungstechniker wissen aus Erfahrung, daß sich selbst bei einem korrekt und gut eingestellten Ölbrenner die Verbrennungsqualität mit der sich ändernden Ölqualität verändert, mit einer sich daraus ergebenden Verringerung des Jahreswirkungsgrades.

Die Verbrennungsqualität verändert sich, wenn die Anzahl der größeren Öltröpfen steigt, da diese großen Öltröpfen eine längere Verdampfungszeit benötigen, was auch eine Verlängerung der notwendigen Verbrennungszeit mit sich bringt. Gleichzeitig fällt auch die Flammentemperatur ab, die Flamme wird unstabil und brennt evtl. pulsierend.

Der Düsendurchsatz ändert sich auch. Bei fallender Öltemperatur wird der Durchsatz erhöht und gleiches geschieht, wenn Öl mit einer höheren Viskosität geliefert wird.

Fallen beide Dinge unglücklicherweise zusammen, wird die Durchsatzänderung besonders stark und die Auswirkungen werden besonders deutlich.

Die Flamme brennt unstabil und rußt noch stärker, da das ursprünglich einregulierte Luft-Brennstoffverhältnis nicht mehr stimmt. Die erhöhte Ölmenge benötigt mehr Luft, und die erhöhten Tropfendurchmesser benötigen ebenfalls mehr Luft. Man kann hier auch von einer selbstverstärkenden

Wirkung sprechen, was sich deutlich in Form eines schlechteren Betriebs mit Rußbildung darstellt.

Steigt die Temperatur, wird der Öldurchsatz reduziert und gleiches geschieht, wenn Öl mit niedrigerer Viskosität geliefert wird. Das bringt es mit sich, daß der Brenner an den Punkt kommt, wo er mit einem unnötig hohen Luftüberschuß und damit einem zu niedrigen CO<sub>2</sub>% arbeitet.

Die Abgastemperatur steigt parallel mit der Verrußung der Kesselheizflächen, da die Rußschicht den Wärmeübergang zur Kesselwand reduziert.

Dies erhöht den Abgasverlust, da die Abgastemperatur in die Berechnung eingeht. Der Jahreswirkungsgrad wird daher entsprechend abfallen, was einen geringeren Nutzungsgrad des Öles bedeutet.

Mit anderen Worten gesagt:

Ein gut eingestellter Qualitätsölbrenner wird daher abwechselnd mit einem erhöhten Luftüberschuß arbeiten bei niedrigem CO<sub>2</sub>% und mit einem vermindertem Luftüberschuß, hoher CO<sub>2</sub>%, aber mit Rußbildung.

*In beiden Situationen wird sich der Wirkungsgrad reduzieren, und damit sowohl Umwelt als auch die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigen.*



# Kann eine gleichbleibende Viskosität erreicht werden?

Wie schon vorher gesagt, ändert sich die Viskosität mit der Öltemperatur, und das nicht linear sondern logarithmisch.

Dies bedeutet in Praxis, daß, wenn sich die Öl-temperatur von normalen auf kalt ändert, ist diese Viskositätsänderung kräftig spürbar.

Wenn man aber die Öltemperatur auf ein leicht höheres Niveau, z.B. 60 - 70°C, künstlich erhöht, so ergibt sich immer noch eine meßbare Änderung der Viskosität. Aber jetzt ist diese ohne wesentliche Bedeutung für den Verbrennungsprozeß.

Dies soll hier in praktischen Beispielen näher betrachtet werden.

## Beispiel 1

Änderungen bei Öllieferungen:

### Verbrennung von Heizöl ohne Vorwärmung

Der Ölbrenner ist mit einem Heizöl (hier „A“ genannt) einreguliert.

Dieses Heizöl ist zum Zeitpunkt der Wartung im Öltank. In Praxis ist es gleichgültig, wieviel Heizöl von der letzten Lieferung noch übrig ist. Unmittelbar bevor dieses Heizöl restlos verbraucht wurde, wird normalerweise wieder aufgefüllt. Diesen neuen Tankinhalt wollen wir mit „B“ bezeichnen.

Wenn nun das Heizöl „A“ durch die Öldüse geschickt wird, z.B. einer Temperatur von 30°C, so beträgt die Viskosität gemäß dem untenstehenden Diagramm ca. 5 mm<sup>2</sup>/s (cSt). Dagegen hat das Heizöl „B“ bei der gleichen Temperatur eine Viskosität von ca. 3 mm<sup>2</sup>/s (cSt).

Entsprechend wird es auch einen Unterschied in der Dichte der beiden Heizöle geben. Durch diesen relativ großen Unterschiedes bei der Ölviskosität von 2 mm<sup>2</sup>/s (cSt) wird der Durchsatz der Düse, Tropfengröße, Tropfengeschwindigkeit, Sprühwinkel und Sprühmuster total verändert.

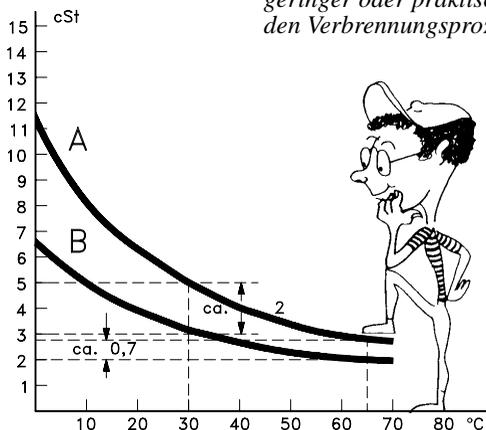
*Damit ist es vorbei mit der guten Verbrennungsqualität.*

Mit Rücksicht auf die Umwelt und die Wirtschaftlichkeit sollte der Ölbrenner neu einjustiert werden.

### Verbrennung mit vorgewärmtem Öl.

Werden diese beiden Öle nun vorgewärmt, z.B. auf 65°C, unmittelbar vor der Düse, werden die entsprechenden Viskositäten reduziert auf 2,7 mm<sup>2</sup>/s (cSt) für Heizöl „A“ und 2,0 mm<sup>2</sup>/s (cSt) für Heizöl „B“.

*Dieser Viskositätsunterschied von nur 0,7 mm<sup>2</sup>/s (cSt) ist nun so klein, daß in einem modernen Ölbrenner nur ein geringer oder praktisch kein Einfluß auf den Verbrennungsprozeß besteht.*



### Beispiel 2

Unterschiede in der Öltemperatur:

#### Verbrennung von Öl ohne Vorwärmung

Die Öltemperatur des Heizöles, welches im Öltank gelagert ist, kann natürlich in Abhängigkeit vom Aufstellungsort des Tankes unterschiedlich sein. Es kann sein, daß der Tank ein Erdtank ist oder er ist im Freien aufgestellt. Er kann in einem separaten Raum aufgestellt sein oder direkt im Heizraum. Alles abhängig von den jeweils zulässigen nationalen Bau- und Lagerbestimmungen. Wenn das Öl nun über die Saugleitung, die Ölpumpe und das Düsenrohr gepumpt wird, ergibt sich eine leichte Erwärmung. Diese Erwärmung wird bei Zweistrang-Anlagen am geringsten und in Einstrang-Anlagen am größten sein, abhängig von der Leitungsführung und der Ausführung der Ölfeue-rungsanlage.

Lassen Sie uns nun annehmen, daß die Öltemperatur in der Öldüse über die Heizsaison um ca. 20°C variiert, z.B. von 15 bis 35°C. Für ein Heizöl, welches bei 6 mm<sup>2</sup>/s (cSt) bei 20°C liegt, geht aus dem untenstehenden Diagramm hervor, daß der Unterschied in der Viskosität bei dieser Temperatur 2,7 mm<sup>2</sup>/s (cSt) beträgt, nämlich von 8,3 auf 5,6 mm<sup>2</sup>/s (cSt). Bei einer niedrigeren Viskosität wird dieser Unterschied geringer.

Dieser Viskositätsunterschied wird zusammen mit dem etwas kleineren Unterschied, der durch den Dichteunterschied entsteht, genug sein, die Qualität der Verbrennung, auch bei den besten und modernsten Ölbren-

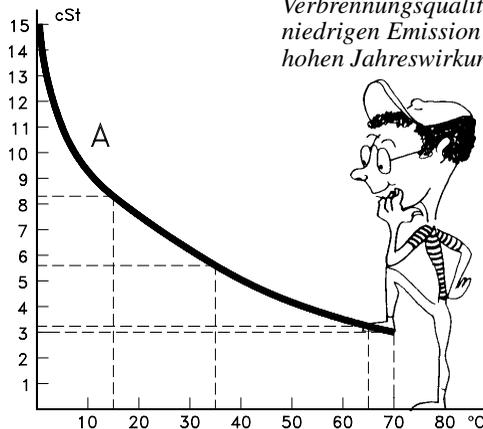
nerkonstruktionen, negativ zu beeinflussen. Die Unterschiede auf einzelnen Anlagen können in Praxis natürlich größer sein, aber kaum wesentlich kleiner. Es wird aber immer eine meßbare, negative Änderung des Wirkungsgrades geben.

#### Verbrennung mit vorgewärmtem Öl

Im Vergleich mit einem Brenner ohne Vorwärmung gibt es natürlich keinen Unterschied bei der Temperatur, die das Öl hat, wenn es die Ölpumpe verläßt. Der Ölvorwärmer wird dagegen, wenn er unmittelbar vor der Öldüse sitzt, eine ausreichend gleichbleibende Viskosität, Dichte und Oberflächenspannung des zur Düse geführten Öles sicherstellen. Der im Beispiel gezeigte Temperaturunterschied wird reduziert auf einen Wert von unter 5°C, wenn die Öltemperatur bei einem in Praxis normalen Düsendurchsatz bei etwa 65 - 70°C liegt.

Auf dem Diagramm ist direkt ersichtlich, daß wir bei dieser Temperatur auf den flachen Teil der Viskositätskurve sind. Steigt die Temperatur hier von 65°C auf 70°C, so fällt die Viskosität um ca. 0,1 mm<sup>2</sup>/s (cSt). Hier gibt eine kleine Änderung in der Öltemperatur keine wesentlichen Veränderungen der Viskosität und Dichte des Heizöles vor der Düse. Die Vorwärmung hat natürlich auch die gleichen günstigen Einflüsse auf das Heizöll „B“ und alle anderen Heizöle.

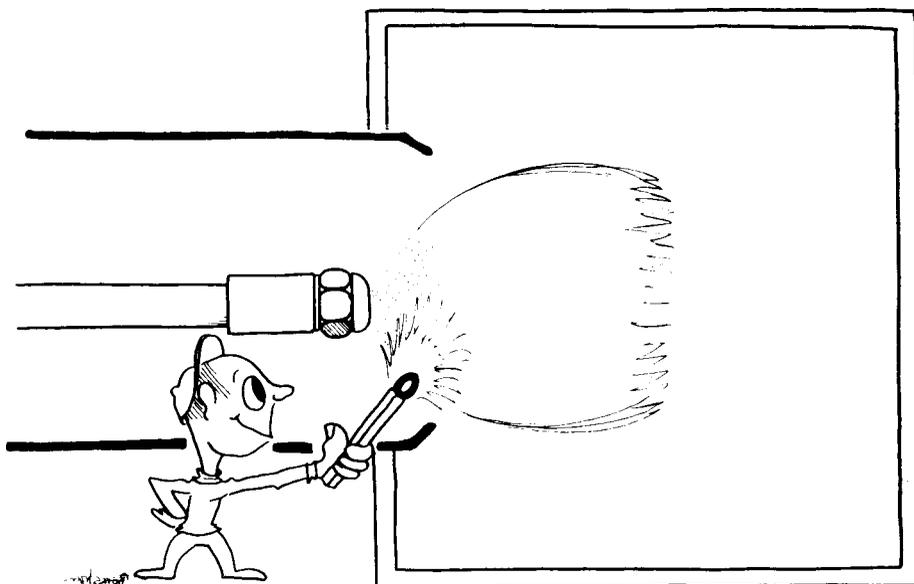
*Mit einem vorgewärmten Öl sind alle Bedingungen vorhanden, damit eine hohe Verbrennungsqualität bei gleichzeitig niedriger Emission und einem sicheren hohen Jahreswirkungsgrad erreicht wird.*



## Was wird mit einer niedrigen und gleichmäßigen Viskosität erreicht?

- ⟨ Eine gute Zerstäubung mit einer großen Anzahl kleiner Öltröpfchen ergibt eine sehr große Öloberfläche mit einer daraus resultierenden schnellen und wirksamen Verdampfung des Öles.
- ⟨ Eine schnelle, sichere Flammenbildung mit einer niedrigen Startemission. Dieses erfordert, daß hier ein hoher Anteil an Aerosolen vorliegt, d.h. eine große Anzahl Öltröpfchen mit einer Größe unter 0,003 mm Durchmesser.
- ⟨ Eine konstante Brennerleistung, d.h. ein konstanter Düsendurchsatz.
- ⟨ Eine saubere, rußfreie und gleichbleibende Verbrennung mit niedrigem Luftüberschuß.
- ⟨ Ein konstanter und hoher CO<sub>2</sub>%.
- ⟨ Ein konstanter niedriger CO%.
- ⟨ Ein guter Wärmeübergang im Kessel, da die Heizflächen des Kessels ständig sauber sind.
- ⟨ Eine gemäß den Verhältnissen konstant niedrige Abgastemperatur, aufgrund des niedrigen Luftüberschusses und den sauberen Heizflächen.
- ⟨ Ein in Praxis niedriger und gleichbleibender Abgasverlust mit dem hieraus folgenden hohen Wirkungsgrad und dem hohen Jahreswirkungsgrad.
- ⟨ Eine niedrige Emission, nicht nur unter Laborbedingungen, sondern auch unter praktischen Verhältnissen.

*Eine gleichbleibend niedrige und gleichmäßige Ölviskosität kann in Praxis nur durch die Vorwärmung des Heizöles im Brenner erreicht werden.*



## Wird ein höherer Wirkungsgrad mit vorgewärmtem Öl erreicht?

In Praxis ja.

Eine moderne Ölfeuerungsanlage kann ohne Vorwärmung des Öls im Betrieb oft auf den gleichhohen  $\text{CO}_2\%$  und die niedrige Abgas-temperatur eingestellt werden. Aber in den meisten Fällen ist es schwierig, die Rußemission und die  $\text{CO}$ -Bildung immer auf dem gleichen niedrigen Niveau zu halten.

Wenn der Brenner keinen Vorwärmer hat, kann es in vielen Fällen zu Schwierigkeiten in der Startphase kommen, besonders, wenn der Ölbrenner mit hoher Pressung für hohe Wirtschaftlichkeit betrieben wird.

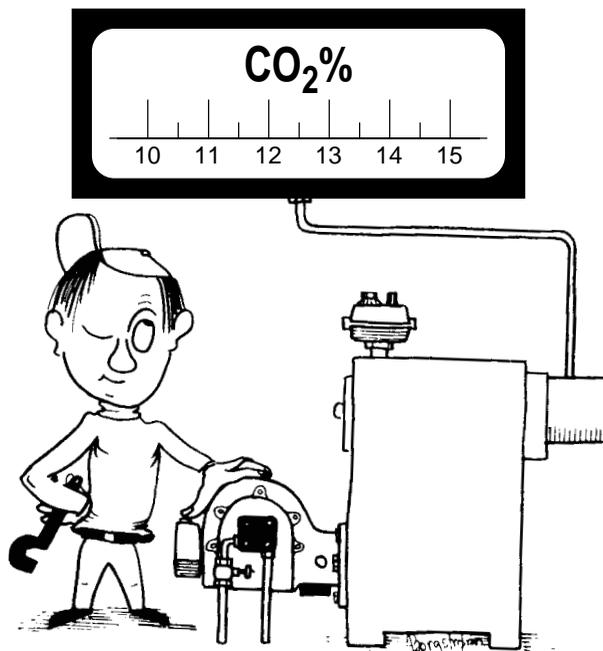
Wenn in Praxis der Ölbrenner mit einem höheren Luftüberschuß und damit einer etwas niedrigeren Wirtschaftlichkeit betrieben wird, so liegt der Grund hierfür in erster Linie in der Betriebsicherheit des Brenners. Man möchte mit der richtigen Einstellung

eine rußende Verbrennung verhindern, da durch Änderungen in der zugeführten Ölviskosität, Dichte und Temperatur Störungen und unkontrollierte Änderungen in den Betriebsbedingungen auftreten

Der Ölvorwärmer stabilisiert diese vorgenannten Verhältnisse im Bereich Öltemperatur, Viskosität, Dichte und Oberflächenspannung.

*Die Ölvorwärmung ermöglicht es, daß der Ölbrenner auf eine saubere und wirtschaftliche Verbrennung mit einem niedrigen Luftüberschuß eingestellt werden kann.*

*Dadurch kann er sowohl mit einem hohen  $\text{CO}_2\%$  als auch mit niedrigerem Abgasverlust über das ganze Jahr betrieben werden.*



## Reduziert sich die Düsenleistung mit vorgewärmtem Heizöl?

### Reduziert sich die Düsenleistung mit vorgewärmtem Heizöl?

Für eine Leistungsänderung durch Ölvorwärmung gibt es keine allgemein gültigen Richtlinien. Bei einigen Düsengrößen ist die Reduzierung kleiner, bei anderen größer immer abhängig von der Düsenkonstruktion und der inneren Geometrie. Aber allgemeingültig wissen wir, daß bei Vorwärmung von Heizöl die sogenannte Zerstäubungsgrenze herabgesetzt wird. Das bedeutet, daß es möglich ist, den Zerstäubungsdruck unter Beibehaltung der Zerstäubungsqualität abzusenken. Ein reduzierter Düsendruck bedeutet reduzierter Düsendurchsatz.

Man kann also eine größere Düse für den gleichen Durchsatz benutzen. Damit wird eine geringere Schmutzempfindlichkeit erreicht und das Risiko für Betriebsstörungen wird geringer. Natürlich kann dieser Vorteil auch benutzt werden mit einer richtig gewählten Düsengröße, den Düsendruck zu erhöhen und dadurch eine feinere Zerstäubung zu erreichen, ohne den Öldurchsatz zu erhöhen. Die Leistung der Düse ist abhängig vom Öldruck vor der Düse und kann an Hand folgender Formel errechnet werden:

$$Q_2 = Q_1 \cdot \frac{P_1}{P_2}$$

Hierin sind:

Q = Leistung in kg/h

P = Düsendruck in bar

### Beispiel

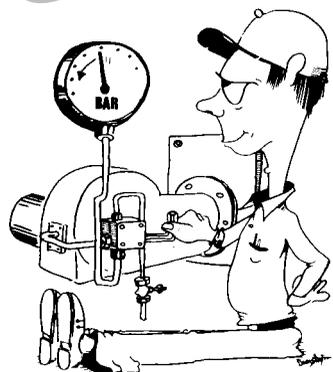
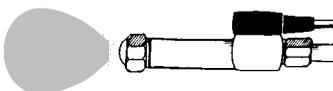
Bei 10 bar leistet eine Danfoss EN-Düse z.B. 1,87 kg/h.

Bei 7 bar gibt die gleiche Düse:

$$Q_2 = 1,87 \cdot \frac{10}{7} = 2,67 \text{ kg/h}$$

Da die meisten Düsenprospekte Tabellen oder Diagramme enthalten, aus denen man direkt den Düsendurchsatz bei verschiedenen Drücken ablesen kann, ist eine Umrechnung selten notwendig.

*Es gibt Düsenchieber, für Servicemonteur, die es an Ort und Stelle ermöglichen, eine Düsenbestimmung mit der hieraus folgenden Düsenwahl vorzunehmen.*



## Kann der Ölvorwärmer in allen Ölbrennern verwendet werden?

Wenn ein bestehender Ölbrenner um eine neue Funktion erweitert werden soll, sollte man sich vorher über die Konsequenzen klar sein.

Denn in den meisten Ländern wird eine Prüfung des Brenners verlangt und man kann daher nicht ohne weiteres einen Ölvorwärmer nachträglich in einen ohne Vorwärmer geprüften Brenner einbauen.

Generell gilt, daß das Luftmuster des Brenners an die geänderte Zerstäubung angepaßt sein muß, wie z.B. die kleineren Tropfen-Größen, die die Düse unter den durch den Ölvorwärmer geänderten Bedingungen automatisch produziert.

Wenn ein Ölvorwärmer in einem bestehenden Ölbrenner ohne gleichzeitigen Düsenwechsel auf die richtige Düsengröße eingebaut wird, wird es eine Absenkung des Öldurchsatzes geben.

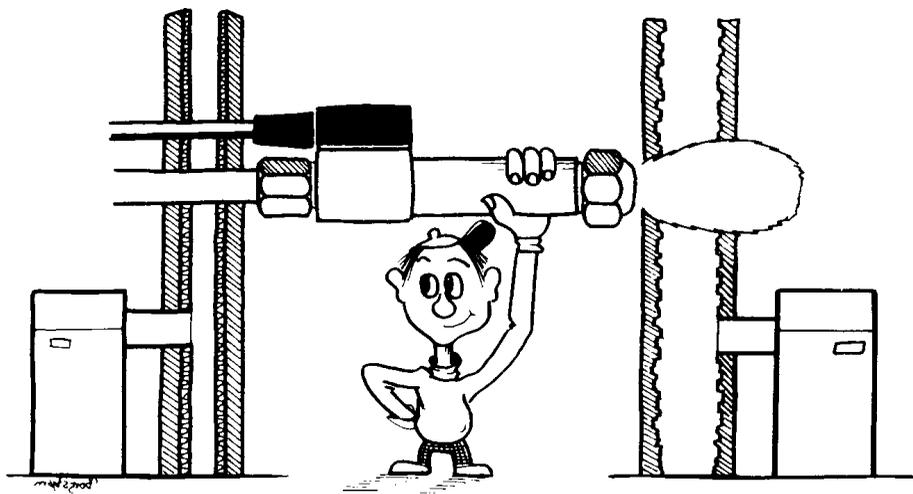
Dieses hat zusätzlich folgende Auswirkungen:

- < Die zugeführte Luftmenge muß reduziert werden.
- < Die Abgastemperatur reduziert sich.
- < Der Abgasverlust fällt, wodurch der Wirkungsgrad steigt.
- < Die Kesselbelastung reduziert sich.

Dies muß die jeweilige Heizungsanlage verkrafteten, damit der Einsatz des Ölvorwärmers nicht zu Betriebsproblemen führt.

*Hierzu folgendes:*

Bei der Verbrennung von Heizöl, ob vorgewärmt oder nicht, bildet sich aufgrund des hohen Wasserstoffgehaltes im Heizöl ca. 1,3 l Wasser je Liter verbrannten Heizöles.



Diese große Wassermenge findet sich im Abgas in Form von Wasserdampf wieder. Wenn das Rauchgas sich abkühlt und damit auch der Wasserdampf, wird dieser kondensieren, wenn die Abgastemperatur unter den Säuretaupunkt fällt. Dessen Größe ist abhängig vom Schwefelgehalt des Heizöles. Dieser ist ja heute schon sehr niedrig, wodurch sich ein niedriger Säuretaupunkt ergibt.

Falls die Temperatur der Schornsteinwände unterhalb dieses Säuretaupunktes liegt, wird der Wasserdampf an den kalten Flächen kondensieren, und kann so von den Schornsteinmaterialien aufgenommen werden. Damit steigt das Risiko für eine Versottung des Schornsteins.

Je niedriger die Abgastemperatur am Ende des Kessels ist, desto größer ist die Gefahr für eine Kondensation des Wasserdampfes im Schornstein.

### **Achtung!**

Die Voraussetzung für eine Anlage mit niedriger Abgastemperatur und damit einem maximalen Wirkungsgrad sind folgende:

- ⟨ Der Schornstein muß gut isoliert und korrekt dimensioniert sein, d.h. der Querschnitt darf nicht größer als notwendig sein.
- ⟨ Der Kessel muß für einen Betrieb mit niedriger Abgastemperatur berechnet und geprüft sein.

## Können Ölbrenner mit einem Ölvorwärmer auf allen Anlagen eingesetzt werden?

Hier lautet die Antwort ganz einfach ja, aber mit Rücksicht auf die Brennergröße, Kesselgröße und die Schornsteinverhältnisse.

Dies kann gesagt werden, weil es die einzige Aufgabe des Ölvorwärmers ist, die Verhältnisse in der Öldüse gleichbleibend zu halten und damit sicherzustellen, daß die Änderungen des zugeführten Heizöles ausgeglichen werden.

Hätte die Frage gelaftet, ob es immer notwendig ist, einen Ölvorwärmer einzusetzen, so wäre die Antwort hierauf wesentlich komplizierter.

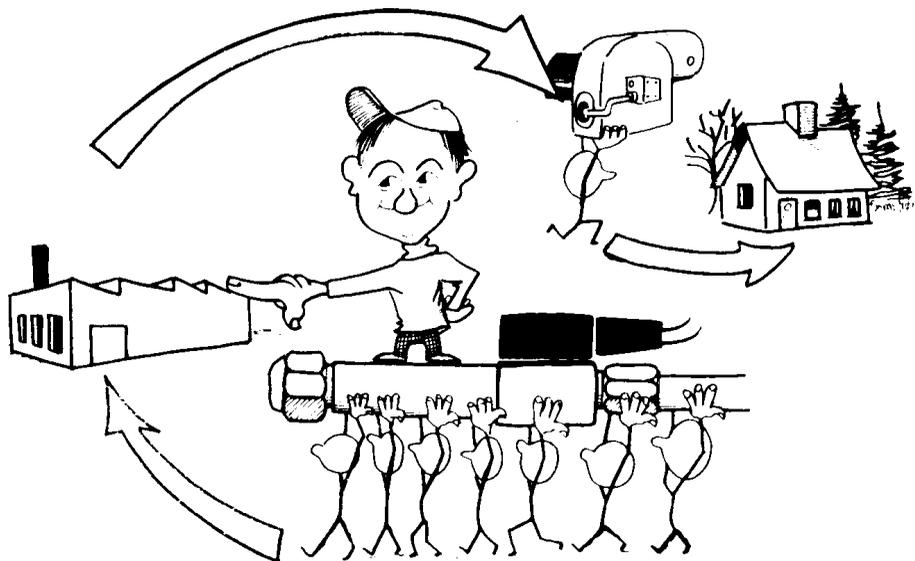
Es sind immer die äußeren Verhältnisse, die das größte Gewicht haben. Es kann aber doch klar festgestellt werden, daß eine Vorwärmung von Heizöl, unabhängig von der jeweiligen Type, niemals dem Verbrennungsprozeß schadet, da die Vorwärmung nur eine gleichmäßige und optimale Zerstäubung des Heizöles sicherstellt.

Die Wirkung der Vorwärmung von Heizöl wird immer dann am größten sein, wenn Heizöle verwendet werden, die im oberen Bereich, der in den Normen zugelassenen Viskosität liegen.

Aber selbst in Verbindung mit niedrigviskosen Heizölen kann durch den Ausgleich von Temperaturunterschieden im zugeführten Öl oft ein meßbarer Gewinn erzielt werden. Dazu kommt, daß speziell in Verbindung mit einem zeitabhängigen Betrieb eine Feuerungsanlage, wo sogenannte Kaltstarts auftreten, immer ein besserer und sicherer Zündungsverlauf mit Ölvorwärmung erreicht wird.

Dies ergibt generell einen schnelleren und besseren Startverlauf.

*Zusammengefaßt kann ganz einfach gesagt werden, daß mit Vorwärmung von Heizöl immer eine bessere und saubere Verbrennung des Heizöles erreicht werden kann und deshalb wird die Ausnutzung der im Heizöl gebundenen Energie verbessert.*



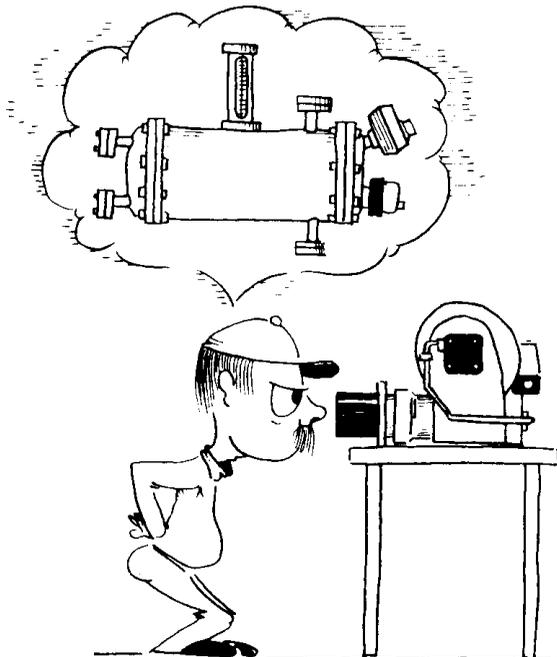
## Was erwartet man von einem Ölvorwärmer?

So lange die Anforderungen an das Aussehen und die Größe des Ölvorwärmers keine Rolle spielen, ist es kein großes Problem, einen Ölvorwärmer herzustellen und zu verwenden.

Soll der Ölvorwärmer dagegen direkt in Verbindung mit der Öldüse im Brennerkopf eingebaut werden, wo die Platzverhältnisse sehr begrenzt sind und gleichzeitig die Anforderung besteht, daß das Luftmuster oder die übrigen Brennerfunktionen nicht gestört werden, so gibt es Probleme im Hinblick auf die Größe und das Design.

Ein Ölvorwärmer für kleine Ölbrenner muß daher unter anderem folgende Anforderungen erfüllen:

- < Er muß Montage- und servicefreundlich sein.
- < Er muß das Öl so aufwärmen, daß der Aufheizprozeß kein erhöhtes Risiko für die Verstopfung von sowohl Öldüse als auch des Ölvorwärmers selbst mit sich bringt.
- < Er muß Brennerstarts mit zu kaltem Öl verhindern, ohne daß in der zusätzlichen Aufheizphase Öl aus der Düse austritt.
- < Er muß die gewünschte Starttemperatur sicherstellen, sowohl bei Kaltstart als auch bei Warmstart.
- < Sicherstellung der richtigen Temperatur unter allen Verhältnissen.
- < Sicherstellen, daß die erforderliche elektrische Leistung jederzeit an die Verhältnisse angepaßt ist und daß diese möglichst niedrig bleibt.



## Welche Aufheizsysteme werden bei Ölvorwärmern verwendet?

Es werden prinzipiell zwei verschiedene Systeme für die Beheizung von Ölvorwärmern verwendet, wovon die eine nach dem Widerstandsdrahtprinzip arbeitet und daher eine spezielle Steuerung benötigt, wie dies z.B. von einem Bügeleisen bekannt ist. Dies ist notwendig, damit keine unkontrollierte und zu hohe Öltemperatur erreicht wird. Die abgegebene elektrische Leistung „P“ des Heizelementes wird gemäß folgender Formel berechnet:

$$P = \frac{U^2}{R} = \text{Watt}$$

Hier ist „U“ die Spannung, gemessen in „V“, „I“ ist der aufgenommene Strom, gemessen in „A“ und „R“ ist der Widerstand des Heizelementes gemessen in „Ohm“. Der Widerstand „R“ ist abhängig vom Drahtmaterial, dem Durchmesser und der Länge. Er bleibt gleich, wenn die Dimensionierung des Heizdrahtes endgültig festgelegt ist. Da bei diesem Prinzip eine Änderung der Spannung normalerweise nicht möglich ist, ist man auch an die konstant zugeführte Leistung gebunden. Ein Ölvorwärmer muß aber nicht nur alleine für verschiedene Brennerleistungen passen, sondern muß auch bei verschiedenen Öltemperaturen arbeiten. So ist es wünschenswert, daß eine den Verhältnissen angepaßte variable aufgenommene Leistung zur Verfügung steht. Es ist nahelegend, den Widerstand zu ändern.

Denn es existieren Materialien, die die Eigenschaft haben, daß der Widerstand sich mit der Temperatur des Materials ändert. Wenn mit steigender Temperatur der Widerstand fällt, bezeichnet man dies als „NTC“. Das heißt, negativer Temperaturkoeffizient. Steigt der Widerstand mit steigender Temperatur im Material, bezeichnet man dies als „PTC“. Das heißt, positiver Temperaturkoeffizient. Durch die Verwendung des „PTC-Materials“ als Heizelement, können die Anforderungen für eine regelbare Leistungsaufnahme erfüllt werden.

*Ein PTC-Element hat sich als Heizelement für einen Ölvorwärmer als besonders geeignet erwiesen und wird daher auch im Danfoss Ölvorwärmer, Typ FPH, verwendet.*



# Der Danfoss Ölvorwärmer FPH

Das keramische „PTC“-Heizelement im Danfoss Ölvorwärmer hat die Eigenschaft, daß sein elektrischer Widerstand und damit die Wärmeabgabe an das Öl davon abhängt, wieviel Öl durch den Vorwärmer strömt oder mit welcher Temperatur dieses Öl zugeführt wird.

Der Danfoss Ölvorwärmer besteht aus einem Wärmetauscher mit 2 Rohren. Diese sind mit kleinen Kugeln, die zusammengesintert sind, gefüllt.

Durch diese Kugeln wird eine sehr große Oberfläche sichergestellt, bei gleichzeitig kleinem Ölvolume, und einer hohen mechanischen Festigkeit. Zur Sicherstellung eines guten Wärmeüberganges wurde Kupfer als Material gewählt, mit hohen Wärmeleiteigenschaften.

Der Wärmeaustauscher wird in Produktion einem Passivierungsprozeß unterzogen, der sicherstellt, daß das Kupfer nicht an chemischen Prozessen mit dem Heizöl teilnehmen kann.

Die große Oberfläche ergibt eine niedrige Heizflächenbelastung in Watt pro  $\text{cm}^2$ , ungeachtet der Ölmenge und der zugeführten Temperatur.

Da das „PTC“-Heizelement einen steigenden Widerstand bei steigender Temperatur hat, wird der Strom automatisch heruntergeregelt, wenn die Temperatur auf ein gewisses Niveau gestiegen ist.

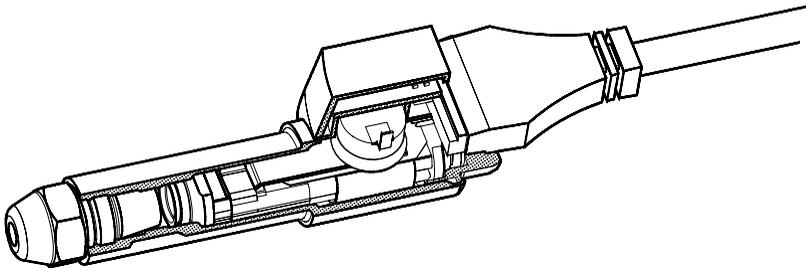
Dadurch ist sichergestellt, daß keine zu hohe

Öltemperatur erreicht wird, sowohl im Betrieb bei kleinen Öldurchsätzen als auch bei einer Fehlfunktion, wo der Vorwärmer immer an Spannung liegt.

Das angewendete Konstruktionsprinzip sorgt dafür, daß auch die Düsenkammer in der Startphase erwärmt wird, wodurch vermieden wird, daß zu kaltes Öl im Startverlauf aus der Düse tritt.

Die Ölvorwärmung mit dem Danfoss FPH ermöglicht daher eine Reihe wesentlicher Vorteile:

- < Kontrollierte Vorwärmung des Heizöles, so daß die Temperatur weder zu hoch noch zu niedrig ist.
- < Gleichbleibende Öltemperatur in der Düse, unabhängig von der zugeführten Öltemperatur.
- < Eine ausreichend hohe Öltemperatur in der Düse vor dem Start, ungeachtet dessen, ob der Brenner einen Kaltstart oder Warmstart durchführen soll.
- < Die aufgenommene elektrische Leistung ist abhängig vom tatsächlichen Bedarf und wird daher immer auf einem Minimum liegen.
- < Niedrige Heizflächenbelastung  $\text{W}/\text{cm}^2$ .
- < Möglichkeit für die Anpassung des Ölvorwärmers an die Brennerleistung durch Wahlmöglichkeiten zwischen zwei Gehäuseausführungen und verschiedenen elektrischen Leistungen.



# Der Aufbau des Danfoss Ölvorwärmers

Der Aufbau des Danfoss Ölvorwärmers, Typ FPH, geht aus der untenstehenden Zeichnung hervor. Der Wärmeaustauscher (F) mit dem keramischen PTC-Heizelement (I), den zugehörigen Stromschienen mit der elektrischen Isolierfolie, montiert zwischen den beiden Durchströmungsröhren, ist eingebaut in einem Stahlgehäuse (G). Die Abdichtung nach außen gegen das Gehäuse geschieht mit Hilfe von den hochtemperaturbeständigen Fluorgummi-O-Ringen (D).

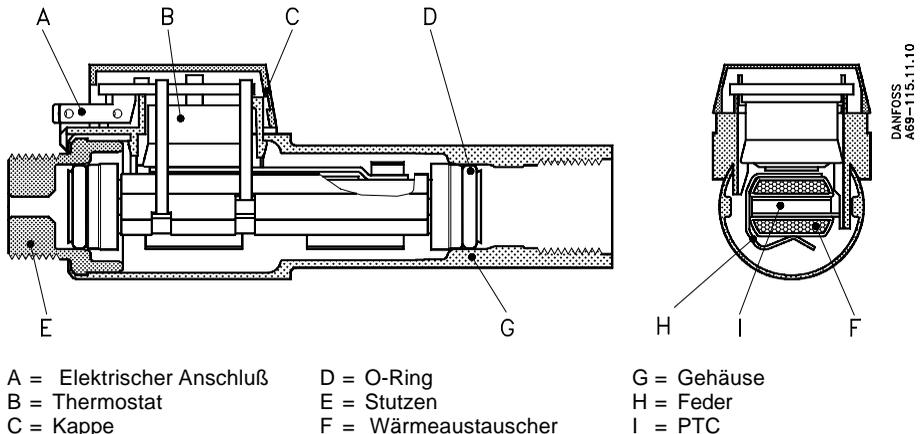
Dieser Aufbau und die Aufhängung des Wärmetauschers im Gehäuse, ergibt einen minimalen Wärmeverlust an die Umgebung. Nur am warmen Ende des Wärmeaustauschers gibt es einen bewußten Wärmetransport über den Endboden des Wärmetauschers an das umgebende Gehäuse des Düsenhalters, damit eine hohe Starttemperatur bei der Ölfreigabe für den Brenner sichergestellt ist.

Der Thermostat (B) ist in einem Thermostatgehäuse unter der Kappe (C) angebracht. Er steht über eine speziell isolierte Wärmeleitschiene in direktem Kontakt mit dem

warmen Ende des Wärmeaustauschers, so daß jederzeit die richtige Temperatur gemessen wird.

Die Wärmeleitschiene wird in ihrer Position von der Feder (H) gehalten. Der elektrische Anschluß geschieht mit einem speziellen Kabel über die 4 Stecker (A). Da der Ölvorwärmer gleichzeitig als Düsenhalter wirkt, ist er mit einem 9/16" - 24 UNEF Innengewinde am vorderen Ende versehen. Der Düsenhalter ist konstruktiv so gestaltet, daß nur ein minimaler schädlicher Raum besteht, wenn eine Standarddüse montiert ist, was gleichzeitig eine leichte Entlüftung ermöglicht. Der Anschluß des Düsenrohres von der Ölpumpe kann über den Stutzen (E) geschehen, welcher sowohl mit Innen- als auch mit Außengewinde geliefert werden kann, oder über ein festes Düsenrohr, welches an den jeweiligen Brenner angepaßt ist.

*Die Kompakte Konstruktion des Danfoss-Ölvorwärmers ergibt eine gute effektive Arbeitsweise, ohne störende Einflüsse in den übrigen Funktionen des Brennerkopfes.*



## Funktion und Bedeutung des Ölvorwärmerthermostaten

Die Ölbrennernormen schreiben für Brennerleistungen bis 10kg/h eine Absicherung dahingehend vor, daß die Öltemperatur zum Brennerstart hoch genug ist und daß das Öl im Betrieb nicht zu kalt wird. Es sind aber keine spezifischen Werte angegeben. Die hierfür verwendeten Thermostate sind mit 2 Temperaturen spezifiziert, nämlich die Temperatur, bei der das Öl freigegeben wird (hoher Wert) und die Temperatur, bei der der Vorwärmerthermostat den Brenner abschaltet, wenn der Wert unterschritten wird (niedriger Wert). Man spricht also von einer Freigabetemperatur und einer Abschalttemperatur. Dies funktioniert in Praxis auf folgende Weise:

⟨ Wenn die Temperatur im Vorwärmer beim Start unter der Ausschalttemperatur liegt, d.h. niedriger als die niedrige Temperatur des Thermostaten, wird der Vorwärmer immer erst mit der Aufheizung des Öles beginnen und erst dann den Brenner freigeben, wenn die Freigabetemperatur, d.h. die hohe Temperatur des Thermostaten erreicht ist.

Die Brennerfreigabe soll so verstanden werden, daß der Ölfeuerungsautomat mit der Vorbelüftungsphase beginnt.

⟨ Befindet sich die Temperatur vor dem Start im Vorwärmer zwischen der Ausschalt- und der Freigabetemperatur, wird der Thermostat „Temperatur OK“ melden und den Brenner freigeben, so daß die Vorbelüftungsphase direkt beginnt.

Kurz gesagt, nur dann, wenn die Temperatur im Vorwärmer niedriger als die Ausschalttemperatur liegt, hat man die Gewähr dafür, daß das Heizöl auf die Freigabetemperatur erwärmt wird, bevor der Brenner gestartet wird.

⟨ Wünscht man immer eine hohe Öltemperatur unmittelbar vor der Öldüse um z.B. niedrige Startemissionen zu erreichen, muß angepaßt an die maximale Leistung des Ölvorwärmers, ein Thermostat mit hoher Freigabetemperatur gewählt werden und gleichzeitig eine kleine Temperaturdifferenz, damit auch die Ausschalttemperatur immer relativ hoch liegt.

Zur Sicherstellung, daß immer die korrekte Starttemperatur an der Düse erreicht wird, kann der Danfoss Ölvorwärmer für den jeweiligen Brenner mit einer angepaßten Thermostatfunktion geliefert werden. Man muß sich aber darüber klar sein, daß eine hohe Starttemperatur auch eine längere Aufheizzeit bzw. Freigabezeit mit sich bringt. Der Thermostat muß aber auch immer im Hinblick auf die maximale Leistung des Heizelementes ausgewählt werden. Ist diese Leistung relativ klein, soll daher ein Thermostat mit einer relativ niedrigen Freigabetemperatur gewählt werden. Ist die Leistung dagegen hoch, so kann man einen Thermostat mit einer entsprechend hohen Freigabetemperatur wählen. Die Berücksichtigung der Leistung des Heizelementes soll sicherstellen, daß die Freigabezeit, d.h. die Zeit, die benötigt wird von der Anforderung des Kesselthermostaten von Wärme bis der Brenner vom Vorwärmerthermostaten freigegeben wird, nicht zu lang wird oder in extremen Fällen sogar dazu führt, daß das Öl nie warm genug wird und der Brenner so daran gehindert wird, zu starten.

Die untere Thermostatgrenze, also die Ausschalttemperatur, wo der Thermostat den Brenner abschaltet, bei zu kaltem Öl, soll ebenfalls entsprechend den gewünschten Betriebsverhältnissen festgelegt werden.

- 〈 Wird eine niedrige Grenze ausgewählt, so ist es in den meisten Fällen möglich, einen Ölfeuerungsautomaten ohne Haltefunktion zu verwenden, d.h. die untere Öltemperaturgrenze wird einzig und allein vom Ölvorwärmer gesteuert.
- 〈 Wird dagegen eine mittlere oder höhere untere Temperaturgrenze gewählt, so muß ein Ölfeuerungsautomat mit eingebauter Haltefunktion verwendet werden, bei dem die Temperatursteuerungsfunktion des Thermostaten kurzgeschlossen wird. Damit werden unerwünschte Abschaltungen in den Fällen, wo das Heizöl im Ölvorwärmer während des Betriebes unter die Ausschalttemperatur des Thermostaten fällt, vermieden.

Danfoss Ölvorwärmer werden sowohl in verschiedenen Gehäusegrößen als auch mit verschiedenen elektrischen Leistungen geliefert sowie mit verschiedenen Standardthermostaten, die ein breites Band an Öltemperaturen, sowohl zum Start als auch im Betrieb abdecken.

*Danfoss Ölvorwärmer können daher immer in der Ausführung geliefert werden, die passend zur Leistung des Heizelementes, den richtigen Thermostaten haben.*



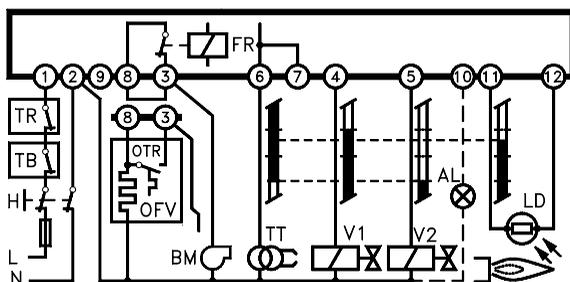
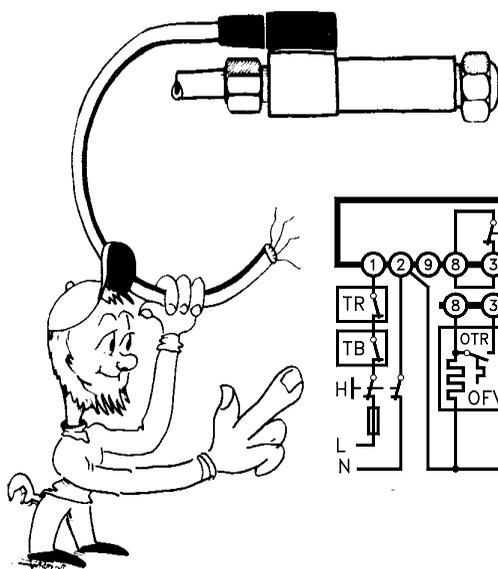
## Anschluß des Ölvorwärmers an den Ölfeuerungsautomaten

Der elektrische Anschluß des Ölvorwärmers an den Danfoss Ölfeuerungsautomaten geht aus dem untenstehenden Schaltbild hervor (gilt für Danfoss BHO-Automaten, Serie 60 und 70). Andere Typen von Ölfeuerungsautomaten werden sinngemäß angeschlossen. Sollte in Praxis Zweifel darüber bestehen, wie die Anschlüsse richtig angebracht sein müssen, so ist auf der Bodenplatte des Automaten ein Diagramm angegeben, wie dieser Automat angeschlossen werden muß. Wenn der Kesselthermostat (TR) schließt, wird Spannung an das Heizelement des Vorwärmers gelegt. Abhängig davon, wie im vorhergehenden Abschnitt besprochen, wie der gewählte Thermostat und die Öltemperatur augenblicklich sind, beginnt entweder der Brennerstart direkt oder der Vorwärmer führt erst eine Aufheizphase durch. Diese Phase kann abhängig von Verhältnissen bis zu 3 min. dauern. Ist man während einer Wartung an einer Ölfeuerungsanlage im Zweifel, ob der Brenner starten könnte, soll man sich erst vergewissern, ob der Vorwärmer eine erforderliche Aufwärmphase durchführt, bevor man zum Austausch von

einer oder mehreren Komponenten übergeht. Wenn das Öl die korrekte Freigabetemperatur erreicht hat, setzt der Ölfeuerungsautomat den normalen Startverlauf in Gang. Mit der Auswahl des Automaten wird festgelegt, wie bereits im vorherigen Abschnitt über Thermostaten erwähnt, ob der Vorwärmer in Verbindung mit der gewählten Leistung den Brenner vor einem Betrieb mit einer zu niedrigen Öltemperatur schützt (Haltefunktion) oder ob der Ölfeuerungsautomat dieses verhindert, wenn diese Verhältnisse eintreffen.

Bei kleinen Brennern wird man mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit und die Emissionsbildungen einen Betrieb mit zu kaltem Öl verhindern wollen, da dieses eine unkontrollierte Rußbildung und damit eine Verringerung der Betriebssicherheit und des Wirkungsgrades mit sich bringt. Große Brenner können dagegen mit vorgewärmtem Öl starten und im Betrieb auf eine niedrigere Öltemperatur abfallen, ohne daß darunter die Betriebssicherheit leidet. Es muß nur bei der Einregulierung des Brenners berücksichtigt werden.

*Danfoss Ölvorwärmer und Danfoss Ölfeuerungsautomaten sind die perfekte Kombination für diese Anwendung.*



DANFOSS  
A:57-547.10

## Wenn der Brenner nicht starten will

Bei einem Kaltstart, d.h. sowohl das Öl als auch der Kessel sind kalt, kann, wie schon genannt, eine kurze Zeit vergehen, bevor der Thermostat des Vorwärmers schließt und damit der normale Brennerstart eingeleitet wird.

Wenn der Brenner jetzt nicht starten will, so kann man von einem fehlerhaften oder mangelhaften Anschluß des Ölvorwärmers sprechen.

Es soll dann folgendes kontrolliert werden:

- < Ist das Ölvorwärmeranschlußkabel im Unterteil des Automaten richtig angeschlossen?
- < Ist die Steckverbindung zwischen Vorwärmerkabel und Vorwärmer fest?
- < Liegt Spannung am Thermostat des Vorwärmers und am Vorwärmer-Heizelement (BHO, Klemme 8, schwarzer Leiter)?
- < Liegt Spannung nach Abschluß der Aufheizphase an dem Vorwärmerthermostaten (BHO, Klemme 3, brauner Leiter)?

Soweit der Ölvorwärmer richtig montiert ist und die Elektroanschlüsse alle in Ordnung sind, muß der Fehler an einer anderen Stelle gesucht und behoben werden.

*Hier sollte man in den Brenner / Kessel Serviceunterlagen nachschauen, in unseren Instruktionen / OEM-Katalog oder in einem der Handbücher „Wissenwertes über...“ !*



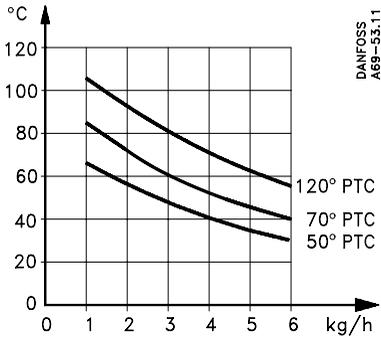
# Wie warm kann das Öl werden?

Die Temperatur des erwärmten Öles geht aus dem untenstehenden Diagramm hervor. Es wird deutlich, daß bei einer bestimmten Leistung die Öltemperatur unabhängig von der Eingangstemperatur, praktisch als konstant angenommen werden kann. Dieser Sachverhalt ist von wesentlicher Bedeutung für die Funktion des Ölbrenners. Natürlich ist die Betriebstemperatur niedriger, wenn eine große Ölmenge eingefeuert wird, als bei einer kleinen Ölmenge. Da man aber den Ölbrenner immer auf den einen oder den anderen Durchsatz einreguliert hat, bei der Brenner arbeiten soll, ist dieser Sachverhalt ohne praktische Bedeutung. Aus dem Diagramm geht auch hervor, daß der Ölvorwärmer mit verschiedenen Leistungsbereichen geliefert werden kann.

Damit ist es immer möglich, im Verhältnis zur Brenner- / Kesselleistung den richtigen Vorwärmer mit der gewünschten Betriebstemperatur des Öles auszuwählen.

Für die Betriebssicherheit der Anlage ist es wichtig, daß die Betriebstemperatur des Öles unter Berücksichtigung von Vorwärmung und Wärmerückstrahlung vom Brennerkopf weder zu hoch noch zu niedrig ist. Beide Fälle können, wie bereits erwähnt, zu Betriebsstörungen führen. Es sollte daher nie ein Vorwärmer, ausgelegt auf eine große Düsenleistung, in einem Brenner mit niedriger Düsenleistung verwendet werden. Dies kann zu Betriebsstörungen führen, wie häufige Verstopfung der Düse und im schlimmsten Fall auch eine Verstopfung des Ölvorwärmers selbst.

*Danfoss hat deshalb Ölvorwärmer mit verschiedenen Leistungsaufnahmen und in verschiedenen Größen, so daß jeder Bedarf für eine Vorwärmung abgedeckt ist.*



DANFOSS  
A69-53.11

## PTC Typ 70



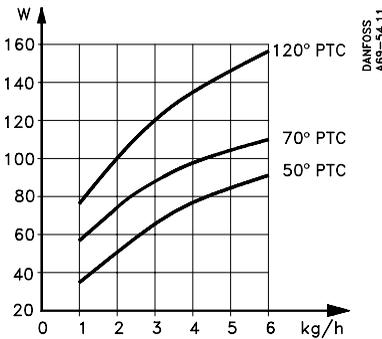
# Wie hoch ist die Leistungsaufnahme des Ölvorwärmers?

Die Leistungsaufnahme und damit die Wärmeabgabe an das Öl ist davon abhängig, wieviel Öl durch den Vorwärmer strömt und welche Temperatur dieses zugeführte Öl hat. Die Leistungsaufnahme ist bei den hohen Leistungen am größten und bei den kleinen Leistungen entsprechend am niedrigsten. Dazu kommt, daß die Leistungsaufnahme bei fallender Temperatur des zugeführten Öles steigt.

Auf dem untenstehenden Diagramm kann man deutlich ablesen, wie diese beiden Faktoren, der Öldurchsatz und die Eingangstemperatur auf die Leistungsaufnahme des Vorwärmers wirken, womit bewiesen ist, daß jeweils nur die elektrische Leistung zugeführt wird, die zum gegebenen Zeitpunkt benötigt wird.

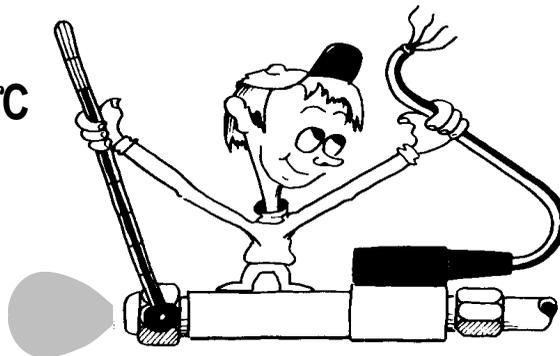
Dazu kommt, daß die zugeführte elektrische Energie nicht verloren ist. Der größte Teil dieser zugeführten Energie wird im Kessel- / Wärmetauscher wiedergewonnen. Wenn man hier eine Energiebilanz aufstellt, so wird man sehen, daß der jetzt höhere Feuerungswirkungsgrad zusammen mit dem verbesserten Jahreswirkungsgrad die zugeführte elektrische Energie des Ölvorwärmers aufwiegt.

*Der Danfoss Vorwärmer mit seinem keramischen „PTC“-Heizelement ist aufgrund seines Aufbaus und seiner Funktion, d.h. seines niedrigen Energieverbrauches und seinem Einfluß auf den Wirkungsgrad des Verbrennungsprozesses daran beteiligt, die Gesamtemissionen zu beeinflussen und gleichzeitig den Gesamtenergieverbrauch zu reduzieren.*



**75 watt**

**70°C**



**2 l/h  
10°C**





# Inhalt

	Seite
Einleitung	1
Wie beurteilt man Verluste und Jahreswirkungsgrad	3
Ein wenig über den Jahreswirkungsgrad von Ölfeuerungsanlagen	4
Wie erreicht man in einem modernen Ölbrenner ein gleichbleibendes Luft / Öl-Verhältnis	5
Viskosität, Dichte und Temperatur	6
Ist die Viskosität und die Dichte des Heizöles immer gleich?	7
Was geschieht in einer Öldüse, wenn sich den Viskosität ändert?	8
Was geschieht bei der Verbrennung, wenn sich den Viskosität ändert?	9
Kann eine gleichbleibende Viskosität erreicht werden?	10
Was wird mit einer niedrigen und gleichmäßigen Viskosität erreicht?	12
Wird ein höherer Wirkungsgrad mit vorgewärmtem Öl erreicht?	13
Reduziert sich die Düsenleistung mit vorgewärmtem Heizöl?	14
Kann der Ölvorwärmer in allen Ölbrenner verwendet werden?	15
Können Ölbrenner mit Ölvorwärmer auf allen Anlagen eingesetzt werden?	17
Was erwartet man von einem Ölvorwärmer?	18
Welche Aufheizsysteme werden bei Ölvorwärmern verwendet?	19
Der Danfoss Ölvorwärmer Type FPH	20
Der Aufbau des Danfoss Ölvorwärmers	21
Funktion und Bedeutung des Ölvorwärmerthermostaten	22
Anschluß des Ölvorwärmers an den Ölfeuerungsautomaten	24
Wenn der Brenner nicht starten will	25
Wie warm kann das Öl werden?	26
Wie hoch ist die Leistungsaufnahme des Ölvorwärmers?	27

# Danfoss Ölbrenner-Komponenten

## Das Komplett-Programm ...



Die Buchreihe  
"Wissenswertes über..."  
erscheint in 3 Bänden.

## ... für Erstausrüstung und Service

- Danfoss Ölpumpen, das Herz einer Ölheizungsanlage. Erhältlich für alle gängigen Brenner-typen.
- Danfoss Öldüsen, unentbehrlich für eine saubere Verbrennung.
- Danfoss Ölvorwärmer für eine wirkungsvolle Aufbereitung des Heizöls.
- Sicherheits-Zubehör für verschiedene Funktionen in der Anlage, u.a. Zündeinheiten, Temperaturwächter, Thermostate und Ölfeuerungsautomaten.

Sollte Ihre "Bibliothek"  
noch nicht komplett  
sein, stellen wir Ihnen  
gerne die fehlenden  
Exemplare zur Verfü-  
gung. Ein Anruf genügt!

Schutzgebühr: DM 5,-

**Danfoss  
Wärme- und  
Kältetechnik GmbH**

Postfach 1261  
63130 Heusenstamm  
Tel.: (06104) 698-0  
Telefax: (06104) 698-409

Außenbüros: Berlin: Tel. (030) 6 11 40 10  
Hamburg: Tel. (040) 78 94 21 06  
Halle: Tel. (0345) 5 60 10 95  
Krefeld: Tel. (02151) 71 40 33  
München: Tel. (089) 84 93 09 38  
Stuttgart: Tel. (0711) 77 32 02