

Wissenwertes über Öldüsen

Danfoss

Burner Components



Wissenswertes über Danfoss Öldüsen

Seite

Inhalt:



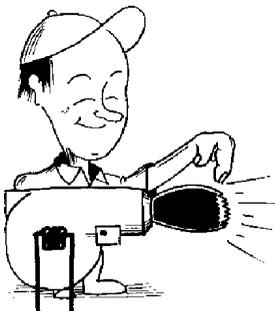
Die Öldüse und die komplette Ölfeuerungsanlage	3
Was sollte man mindestens über Öldüsen wissen?	4
Was ist eine Danfoss Öldüse?	5
Wie ist eine Danfoss Öldüse aufgebaut?	6
Wie wirkt eine Danfoss Öldüse?	7
Was ist für die Entzündung des Öls erforderlich?	8
Wie erfolgt die eigentliche Verbrennung?	9
Was versteht man unter einer sauberen, wirtschaftlichen Verbrennung?	10
Welchen Einfluss hat der Zerstaubungsdruck?	11
Welchen Einfluss haben die Ölviskosität und die Temperatur auf die Wirkungsweise der Düse?	12
Welchen Einfluss hat bei einer Ölfeuerung die Luftzufuhr?	13
Wie müssen die Öldüsen angeordnet werden?	15
Wie lange ist eine Öldüse brauchbar?	16
Wie muss man Öldüsen behandeln?	17
Kann man Öldüsen reinigen?	18
Was bedeuten die in die Öldüsen eingeschlagenen Ziffern und Buchstaben?	19
Wie wählt man die richtige Öldüse?	20
Kann man Öldüsen verschiedener Fabrikate miteinander vergleichen?	21
Warum kann eine Öldüse tropfen?	22
Warum kann eine Flamme schief brennen?	23
Warum kommt kein Öl aus der Düse?	24
Warum bildet sich Ölkoks an der Düse und an den Zündelektroden?	25
Warum brennt die Flamme wie eine Wunderkerze?	26
Warum entsteht in der Brennkammer ein fettiger und übelriechender Belag und wie entfernt man diesen Belag?	27
Warum bildet sich Russ in der Flamme?	28
Warum kann das Öl mit einem Knall zünden?	29
Warum erfolgt keine Flammenbildung?	30

Wissenswertes über Danfoss Öldüsen

Seite

Inhalt:

Warum entsteht zwischen der Öldüse und dem Düsenhalter eine Undichtigkeit?	31
Kann eine zu hohe Rauchtemperatur auf die Öldüse zurückgeführt werden?	32
Kann eine zu niedrige Rauchgastemperatur auf die Öldüse zurückgeführt werden?	33
Warum verursacht die Öldüse eine zu lange Flamme?	34
Warum verschmutzt die Öldüse das Brennerrohr mit Öl und Ölkoks?	35
Warum tritt plötzlich aus der Düse mehr oder weniger Öl heraus?	36
Was macht man mit den alten, abgenutzten Öldüsen?	37
Brenn- und Heizwerte (Anhaltzahlen)	38
Auswahl der Düsengrößen für Heizöl EL-Brenner	39



Die Öldüse und die komplette Ölfeuerungsanlage

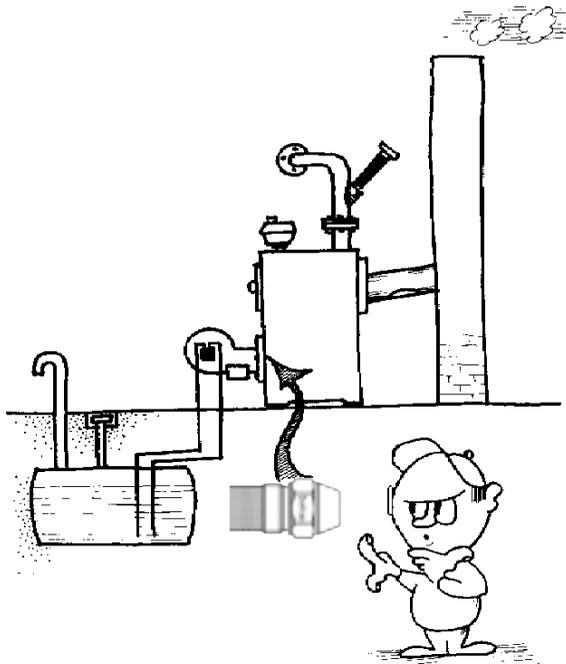
Eine komplette Ölfeuerungsanlage beginnt am Füllstutzen des Heizöltanks und endet oben am Schornsteinkopf.

Von den zahlreichen grösseren und kleineren Einzelbauteilen, aus denen eine komplette Anlage zusammengebaut ist, muss jeder für sich so beschaffen sein und einwandfrei funktionieren, dass die Anlage in ihrer Gesamtheit **UMWELTFREUNDLICH, STABIL und WIRTSCHAFTLICH** arbeitet.

Ungefähr in der Mitte der Anlage sitzt verborgen ein interessantes kleines Ding, das einem sauber ausgeführten Rohrverschluss nicht unähnlich ist: – die Öldüse.

Die Öldüse ist sehr wichtig für die Verbrennung, denn ein **SAUBERER, STABILER und WIRTSCHAFTLICHER** Betrieb der Ölfeuerungsanlage wäre absolut unmöglich, wenn man die Öldüse nicht richtig behandelt. Für einen Heizungstechniker ist es daher ganz natürlich, oder richtiger unerlässlich, über die Funktion der Öldüse und ihre Bedeutung für den Heizungsablauf genau im Bilde zu sein.

Glücklicherweise braucht man dazu keine Hochschulbildung, es genügt schon, hin und wieder dieses Büchlein zur Hand zu nehmen.



Was sollte man mindestens über Öldüsen wissen?

Die Antwort auf diese Frage hängt davon ab, ob man Hersteller oder Verbraucher von Öldüsen ist.

Wenn man gute Öldüsen herstellen will, muss man über folgende Faktoren gründliche Kenntnisse besitzen:

- Eigenschaften und Verbrennung von Heizölen;
- Zerstäubungsverhalten;
- Aufbau (Konstruktion) der Ölfeuerung;
- Präzision und Verfahrenstechnik;
- Ausserdem muss man als Hersteller über eine gründlich und kritisch arbeitende Kontrollabteilung zur Überprüfung der fertigen Öldüsen verfügen, sowie technische hochwertige Produktionsanlagen besitzen.

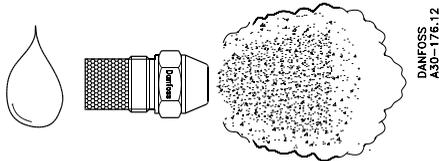
Als Heizungs- bzw. Ölfeuerungstechniker kommt man bei der täglichen Arbeit laufend mit Öldüsen in Berührung. Dabei ist es nur vernünftig, die Anweisungen des jeweiligen Herstellers für die Verwendung und Behandlung von Öldüsen genauestens zu beachten und so dessen Erfahrungen hinsichtlich einer sauberen, stabilen und wirtschaftlichen Verbrennung auszunutzen.

Zahlreiche Ölfeuerungen arbeiten heute auf Grund eines mangelhaften oder gar falschen Wissens über das Wesen der Öldüsen mit einer äusserst schlechten Verbrennung. Leider bewirken diese Wissenslücken auch, dass man nicht selten durch eine Auswechslung der Düse Betriebsstörungen zu beheben sucht, auf die die Öldüse überhaupt keinen Einfluss hat.

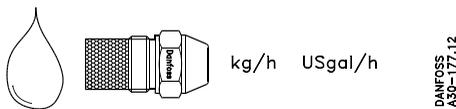


Was ist eine Danfoss Öldüse?

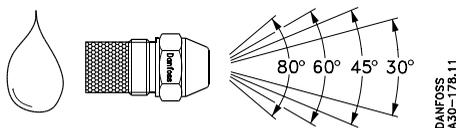
Eine Danfoss Öldüse ist wegen ihrer hervorragenden Qualität bekannt. Präzisionsgefertigte Einzelteile – mit feinmechanischer Genauigkeit montiert – bilden die Grundlage einer Danfoss Öldüse. Eine Danfoss Öldüse bietet folgende Vorteile:



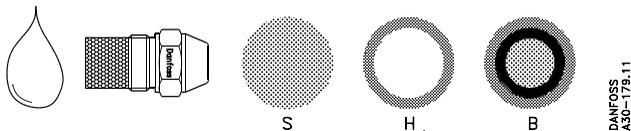
- Optimale Zerstäubung des zugeführten Heizöles



- Markierung gemäß CEN Norm (bei 10 bar) und Gal/h (bei 7 bar)



- Winkelmarkierung gemäß CEN Norm (bei 10 bar) und die bisherige Ausgabe (bei 7 bar).

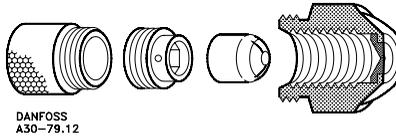


- Zerstäubungsindex gemäß CEN Norm (bei 10 bar) und die bisherigen Angaben (bei 7 bar).

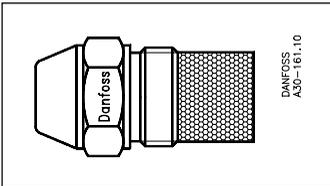
Danfoss Öldüsen sind Stück für Stück von gleicher Hoher Qualität. Zwei Danfoss Öldüsen mit gleicher Kennzeichnung sind auch völlig gleich – daher lässt sich eine verbrauchte Danfoss Öldüse sehr einfach gegen eine neue austauschen.

Wie ist eine Danfoss Öldüse aufgebaut?

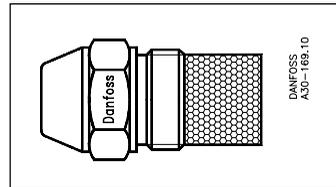
Eine Danfoss Öldüse ist nicht nur ein Metallklötz mit einem kleinen Loch. Um den sehr strengen Anforderungen hinsichtlich einer perfekten Zerstäubung, einer genauen Dosierung sowie den jeweiligen Streumustern und Zerstäubungswinkeln genügen zu können, ist die Düse aus mehreren sehr sorgfältig bearbeiteten Einzelteilen zusammengesetzt.



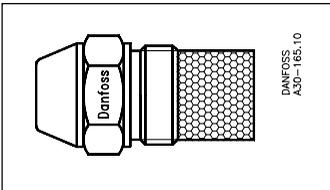
Damit die Öldüse ausreichend vor Schmutz vom Heizöl geschützt wird, wurde das Düsenfilter leistungsabhängig optimiert. D.h. die Filterfeinheit wurde dem Durchsatz der Düse angepaßt.



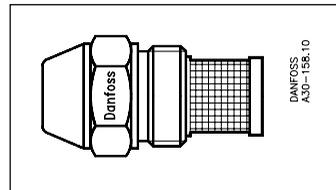
Sinterbronze 45 µ für 0,40 und 0,45 USgal/h.



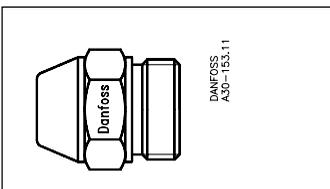
Sinterbronze 75 µ für 0,50 bis 1,00 USgal/h.



Sinterbronze 120 µ für 1,10 bis 1,40 USgal/h.



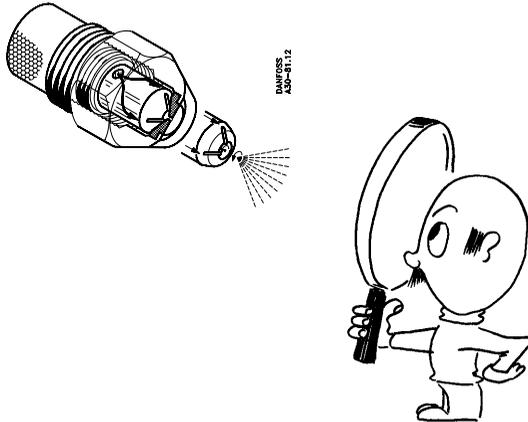
Monelgewebe 140 µ für 1,50 bis 11,00 USgal/h.



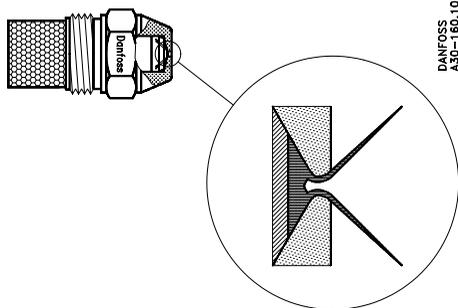
Kein Filter ab 12,00 USgal/h.

Wie wirkt eine Danfoss Öldüse?

Verfolgen wir mal den Weg des Öls durch die engen Kanäle der Öldüse.



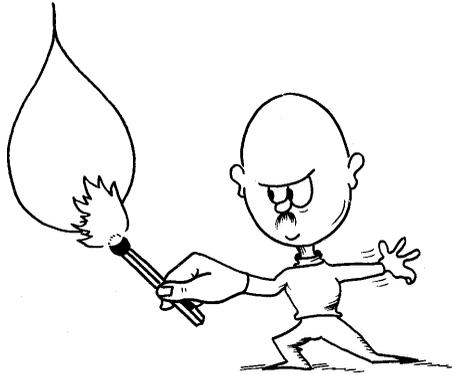
Das Öl tritt durch den Filter ein und gelangt durch die Bodenschraube und deren Seiteöffnungen am Kegel entlang bis zu den Tangentialschlitz des Kegels. Danach wird das Öl unter hohem Druck durch diese Schlitz in die Wirbelkammer gepresst, wobei auf dem Weg durch die Kegelschlitz ein Teil der Druckenergie in Rotationsenergie umgewandelt wird. In der Wirbelkammer erhält das Öl daher einen sehr starken Drall, so dass sich dabei ein rotierender Ölfilm bildet, der sich in Richtung der Düsenöffnung bewegt.



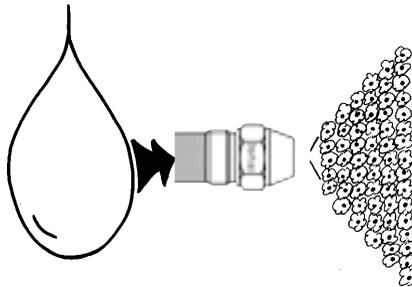
Die Geschwindigkeit des Ölfilms ist so gross, dass in der Düsenöffnung förmlich ein "Rohr" aus Öl entsteht. Mit Hilfe der restlichen Energie wird nun dieses "Ölrohr" durch die Düsenöffnung hindurch gepresst. Ausserhalb der Düsenöffnung wird dann das "Ölrohr" so sehr gestreckt, dass es schliesslich in eine Vielzahl winzig feiner Öltröpfchen zerspringt.

Was ist für die Entzündung des Öls erforderlich?

Obwohl Öl als feuergefährlich anzusehen ist, kann es in flüssigem Zustand überhaupt nicht brennen; brennbar wird es erst dann, wenn es verdampft.



Da nun Öl nur von der Oberfläche her verdampfen kann, ist eine möglichst grosse Oberfläche der Ölflüssigkeit anzustreben, und wenn dann noch die Verdampfung beschleunigt wird, ergeben sich bessere Voraussetzungen für eine saubere und wirksame Verbrennung. Wenn man Heizöl mit angemessenem Druck durch eine Öldüse presst, wird die Flüssigkeit in unendlich viele kleinste Tropfen auseinander gerissen. Diese Tröpfchen bilden zusammen eine sehr grosse Oberfläche, von der aus das Öl jetzt verdampfen kann. Es ist somit möglich, das Öl für die Verbrennung vorzubereiten, indem man es vorher mit Hilfe einer Öldüse zerstäubt. Was bei einer solchen Zerstäubung eigentlich geschieht, versteht man besser, wenn man sich folgendes vorstellt. Mit einer 1,6 kg/h Düse und einem Druck von 7,0 bar haben wir einen Öldurchsatz von 1,6 kg/h die sich in 44.000.000.000 d.h. 44 Milliarden winzig kleine Öltröpfchen verwandeln. Das ergibt eine sehr grosse Verdampfungsoberfläche und folglich die besten Bedingungen für eine saubere und effektive Verbrennung – allerdings vorausgesetzt, dass die Düse von hoher Qualität ist und gut behandelt wird.



Wie erfolgt die eigentliche Verbrennung?

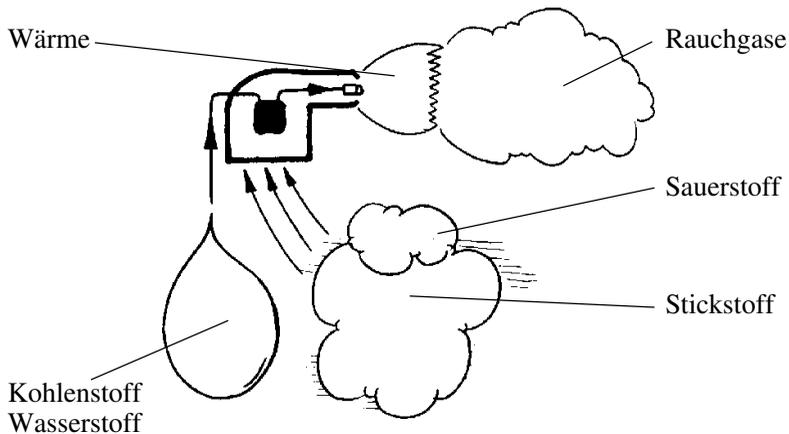
Die Öldämpfe enthalten vorwiegend: Kohlenstoff und Wasserstoff
Die Luft enthält: Sauerstoff und Stickstoff

Wenn sich die Ölnebel mit dem Sauerstoff der Luft vermischen, brennt das Gemisch und entwickelt dabei Wärme.

Unmittelbar sollte man meinen, dass sich keine grösseren Schwierigkeiten ergeben, um ein wenig Öl zu verbrennen.

Probleme melden sich erst dann, wenn verlangt wird, dass die Verbrennung stabil, sauber und wirtschaftlich erfolgen muss, – d.h. man muss erreichen, dass das Öl mit einer möglichst geringen Luftzufuhr brennt, ohne dass sich dabei Russ bildet.

Die Voraussetzung für eine solche Verbrennung ist u.a. eine richtig gewählte Öldüse, und ebenso wichtig ist es, die Düse sorgfältig zu pflegen.



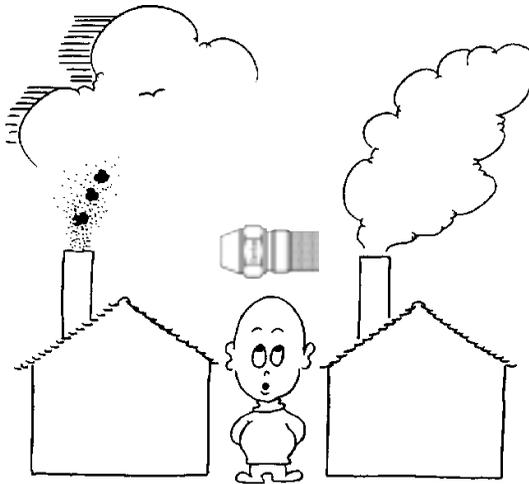
Was versteht man unter einer sauberen, wirtschaftlichen Verbrennung?

Von einer sauberen Verbrennung spricht man, wenn das Öl ohne Russbildung brennt.

Russ in der Brennkammer behindert die Wärmeübertragung und wirkt sich somit ungünstig auf die Wirtschaftlichkeit aus. Russ ausserhalb der Brennkammer ist umweltschädigend und schmälert den guten Ruf der Ölfeuerung.

Unter wirtschaftlicher Verbrennung versteht man eine russfreie Verbrennung mit einem möglichst geringen Luftüberschuss. Wenn mehr Luft zugeführt wird, als dies für die Verbrennung erforderlich ist, so bläst man nur eine Menge kostbarer Wärme zum Schornstein hinaus und heizt also unwirtschaftlich.

Es ist also sehr wichtig, den Ölbrenner richtig zu justieren, wenn man energie- und kostensparend sowie umweltfreundlich heizen will. Schauen wir uns daher einmal die Dinge etwas genauer an, die auf die Verbrennung einen Einfluss ausüben.



Welchen Einfluss hat der Zerstäubungsdruck?

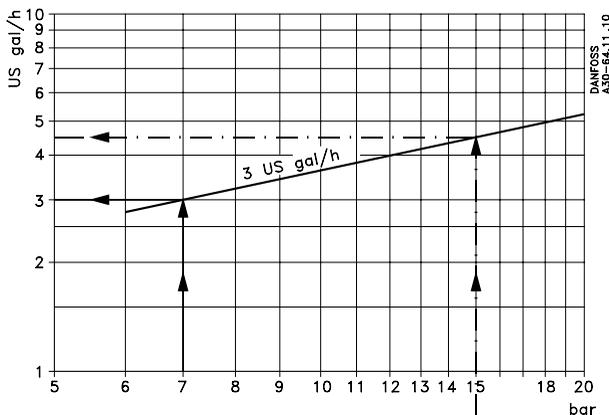
Der Zerstäubungsdruck ist der Druck des Öls beim Durchtritt durch die Düse.

Die Eigenschaften der Öldüse, d.h. Öldurchsatz je Stunde, Grösse der Öltröpfchen, Streuwinkel und Streumuster des Ölnebels, sind bei einem Druckwert von 7 bar (100 psi) festgelegt und kontrolliert.

Wenn sich der Öldruck ändert, so ändern sich auch die Eigenschaften der Düse.

Es ist daher völlig falsch, eine Öldüse zu bewerten, ohne gleichzeitig auch mit Hilfe eines zuverlässigen Manometers den Öldruck zu überprüfen.

Wenn der Öldruck über 7 bar ansteigt, so ergibt sich die als logische Folgerung eine höhere Kapazität als die, die im Düsenkörper eingeschlagen ist.



Die von der Düse zerstäubte Ölmenge ist also vom Zerstäubungsdruck abhängig. Diese Abhängigkeit kann in einem Diagramm dargestellt werden. Aus dem Diagramm geht hervor, wie viel Öl bei unterschiedlichem Pumpendruck aus einer Düse mit der Stempelkennzeichnung 4 kg/h herausstritt. Wir beobachten zunächst das mit einer kräftigen Linie eingezeichnete Beispiel. Diese Linie beginnt auf der waagerechten Skala (bei 7 bar) und schneidet die Schräglinie (4 kg/h-Linie) bei 4 kg/h. Eine 4 kg/h-Öldüse leistet bei einem Zerstäubungsdruck von 7 bar eben genau einen Durchsatz von 4 kg/h.

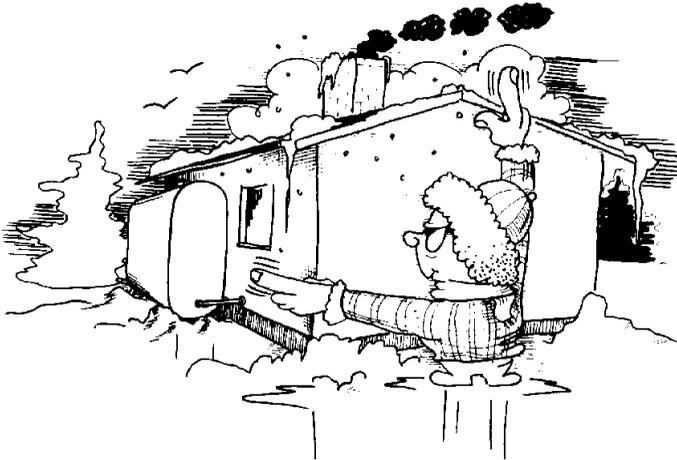
Das stimmt gut mit unseren vorstehenden Angaben überein, die besagen, dass die Kennzeichnungswerte der Danfoss-Öldüsen bei einem Zerstäubungsdruck von 7 bar festgelegt und kontrolliert sind.

Danach wenden wir uns dem mit der gestrichelten Linie eingezeichneten Beispiel zu. Wir erkennen, dass eine 4 kg/h-Öldüse bei einem Zerstäubungsdruck von 15 bar einen Durchsatz von 6 kg/h hat.

Die Düsen-Diagramme von Danfoss entsprechen dem dargestellten Beispiel.

Welchen Einfluss haben die Ölviskosität und die Temperatur auf die Wirkungsweise der Düse?

Die Eigenschaften der Öldüsen werden unter Verwendung eines handelsüblichen Heizöls mit genau festgelegten und bei 20°C gemessenen Werten für die Zähflüssigkeit – Viskosität genannt – kontrolliert. Die Viskosität ist jeweils in den Öldüsen-Prospekten angegeben. Wenn das Öl abkühlt, wird es zähflüssiger; man sagt dann, dass die Viskosität steigt. Umgekehrt wird Öl bei einer Erwärmung dünnflüssiger, und man spricht dann von einer fallenden Viskosität. An Anlagen, bei denen die Temperatur des Öls unter 0°C zurückgehen kann, z.B. bei im Freien aufgestellte Heizöltanks, können indessen gewisse Probleme entstehen, weil dann das Öl so dickflüssig werden kann, dass sich das Zerstäubungsmuster der Düse ändert. Bei einer solchen Änderung des Zerstäubungsmusters werden die Öltröpfchen grösser, und folglich wird die Flamme länger und brennt "träge". Ausserdem wird dabei die Durchsatzleistung der Düse grösser, und das bedeutet normalerweise eine verstärkte Russbildung. Um im Winter diesen Misständen zu begegnen, sollten daher im Freien angeordnete Heizöltanks und ölführende Rohrleitungen sorgfältig isoliert sein.

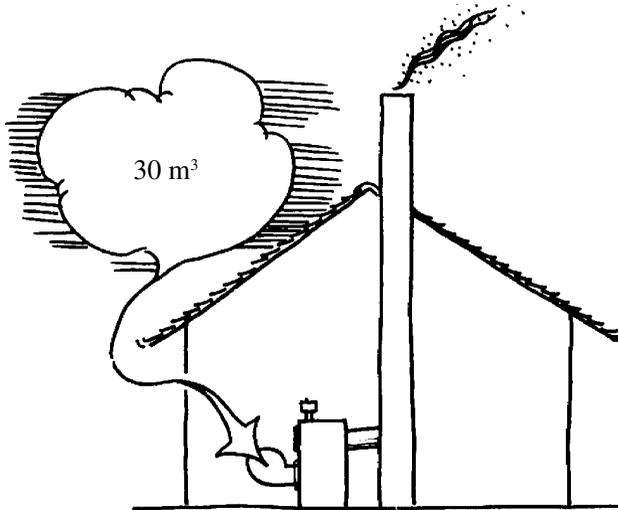


Achtung.

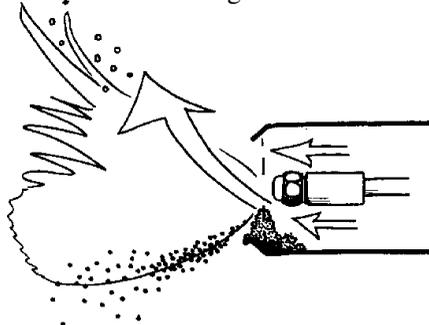
Falls sich im Öltank etwas Wasser (Kondenswasser) befinden sollte, besteht bei Temperaturen um den Gefrierpunkt Gefahr, dass überhaupt kein Öl bis an den Brenner gelangt, weil dann das im Öl enthaltene Wasser zu Eis gefriert und die Ölleitung blockiert.

Welchen Einfluss hat bei einer Ölfeuerung die Luftzufuhr?

Selbst ein optimal zerstäubtes Heizöl kann nicht einwandfrei brennen, wenn es Probleme mit der Luftzufuhr zum Brenner gibt. Welche Schwierigkeiten kann es hinsichtlich der Luftzufuhr nun geben? Nehmen wir einmal an, dass wir für den Brenner die richtige Öldüse gewählt und diese auch genau nach der Bedienungsanleitung montiert haben. Dennoch können Probleme entstehen, wenn es mit der Luftzufuhr nicht stimmt. Eine unzureichende Versorgung mit Verbrennungsluft kann sich u.a. unter folgenden Umständen ergeben:

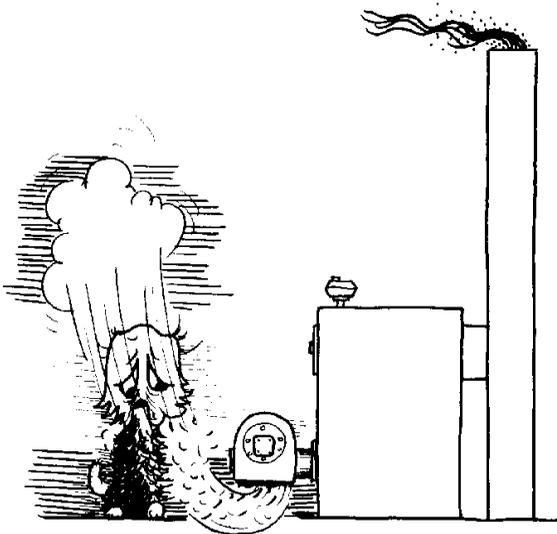


Bei fehlender Ventilation des Kesselraums, d.h. bei ungenügender Luftzufuhr. Das Gebläse des Brenners bekommt dann "Atemnot". Ein normaler Ölbrenner für Einfamilienhäuser MUSS jährlich mit ca. 50.000-70.000 m^3 Luft versorgt werden. Wenn diese Luftmenge nicht gesichert ist, erfolgt die Verbrennung unter starker Russbildung.



Ein Teil der vorerwähnten Schmutzteilchen können sich ferner im Gebläserohr festsetzen und dadurch das Mischverhältnis zwischen Luft und Öl beeinträchtigen. Die Folge ist hier eine instabile, schief brennende und russbildende Flamme.

Wenn das Gebläse ähnlich wie ein Staubsauger wirkt. Dabei wird die angesaugte Luft dann Staubpartikel, Hungehaare u. dergl. in das Gebläserad hineingetragen und dieses mit der Zeit blockieren. Die Folge ist eine immer geringer werdende Luftmenge und somit eine zunehmende Russbildung.

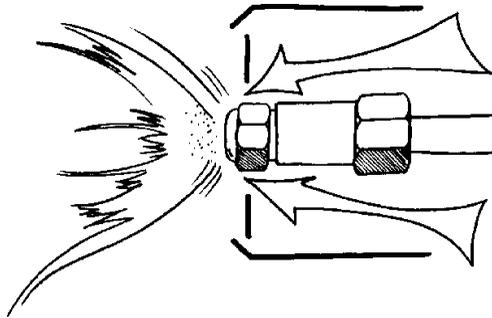


Auch unbeständige Zugverhältnisse können die Luftzufuhr ungünstig beeinflussen.

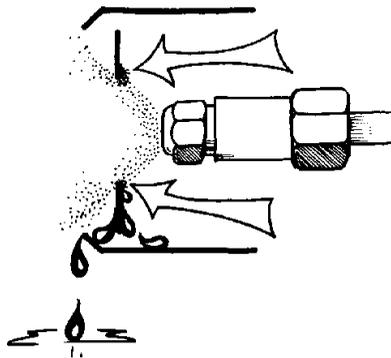
Es lohnt sich daher, auf eine einwandfreie Luftzufuhr zu achten, wenn man sich den Ärger über eine schlechte Verbrennung ersparen will.

Wie müssen die Öldüsen angeordnet werden?

Die Ölbrennerhersteller haben durch Versuche genau ermittelt, wie an ihren Brennern die Öldüse im Hinblick auf eine optimale Verbrennung montiert werden muss. Daher sollten die in den jeweiligen Bedienungsanweisungen enthaltenen Vorschriften stets genau befolgt werden. Wenn also beispielsweise eine Auswechslung des Düsenhalters erforderlich ist, so muss der neue Halter ganz genau in der ursprünglichen Einbaulage und im richtigen Verhältnis zur Stauscheibe und zum Brennerrohr angeordnet werden, damit das bestehende Flammenmuster nicht geändert wird. Wenn die Düse zu weit vorn sitzt, wird die Luftgeschwindigkeit unmittelbar an der Düse zu gross, und dabei entsteht des öfteren eine explosionsartige Zündung; – wenn sich in diesem Fall überhaupt eine Flamme bildet, so würde sie unruhig und flackernd brennen.



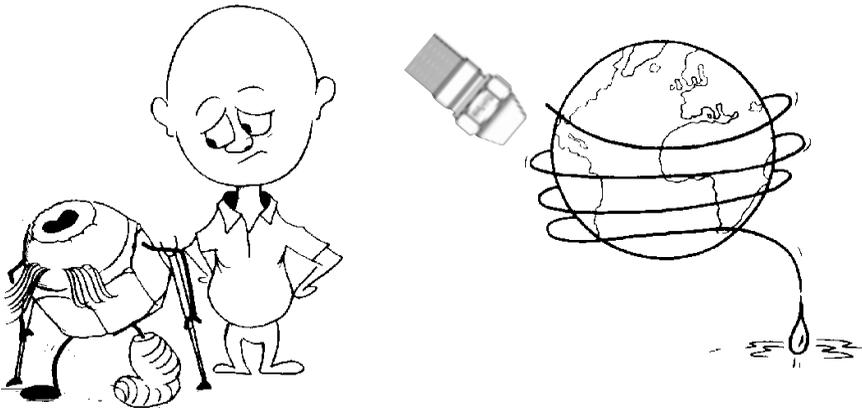
Sitzt andererseits die Düse zu weit nach hinten, so wird ein Teil des eingespritzten Öls häufig von der Stauscheibe oder vom Brennerkopf aufgefangen. Dabei besteht dann die Gefahr, dass unverbranntes Öl aus dem Brennerrohr fliesst. An dieser Stelle sei noch auf folgendes hingewiesen: Je höher an einer Ölfeuerung der Gebläsedruck ist, desto genauer muss dann die Öldüse im Verhältnis zu Brennerrohr, Zündelektroden und Stauscheibe oder Brennerkopf angeordnet werden. Dies gilt ganz besonders für Ölbrenner mit einer Drehzahl von 2800 U/min.



Wie lange ist eine Öldüse brauchbar?

Eine Öldüse ist so lange gebrauchsfähig, wie man einen vernünftigen Kohlenstoffgehalt ($\text{CO}_2\%$) und eine angemessene niedrige Russzahl einhalten kann. Ob die Lebensdauer der Düse nun 1 Jahr oder mehr betragen wird, lässt sich schwer voraussagen, weil die Abnutzung der Öldüse stark von der jeweiligen Zahl der Betriebsstunden sowie von der Sauberkeit des verwendeten Heizöls abhängt.

Dabei taucht dann die Frage auf, ob eine Öldüse überhaupt abgenutzt werden kann. Die Frage muss man bejahen. – Eine Öldüse kann man abnutzen, und um die näheren Umstände einer solchen Abnutzung besser verstehen zu können, wollen wir uns ein wenig der Ölmenge zuwenden, die durch die Düse hindurchgepresst wird. Ein normaler Hausbrenner mit einem Jahresverbrauch an Heizöl von 5000 l und mit einer 1,6 kg/h-Öldüse ausgerüstet wird im Laufe eines Jahres ca. 2650 Stunden in Betrieb sein. Stellen wir uns nun das aus der Düse austretende Öl als einen langen geschlossenen Strahl vor, so wird dieser Strahl die Öldüse mit einer Geschwindigkeit von 72 Stunden-kilometern verlassen. Stellen wir uns weiter vor, dass der Ölstrahl nicht unterbrochen wird, so würde er im Laufe eines Jahres eine volle Länge von ca. 190.500 km erreichen - das wäre eine Strecke annähernd 4 1/2 mal so lang wie der Äquator.



Fehlt beispielsweise das Düsenfilter oder evtl. auch das Pumpenfilter, oder sind diese Teile entweder defekt oder verschmutzt, so wird die Lebensdauer der Öldüse wesentlich verkürzt. Wenn die Düse einer starken Wärmeabstrahlung von z.B. glühendem Schamotte ausgesetzt wird, so reduziert das auch die Lebensdauer, weil sich dann durch die starke Hitze an der Düse Ölkoks festsetzt.

Wie muss man Öldüsen behandeln?

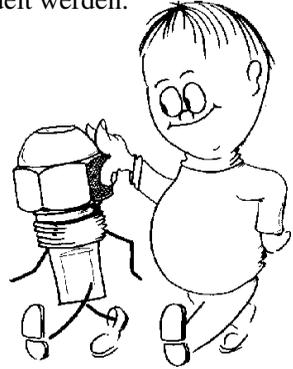
Öldüsen muss man wie eine liebe Freundin behandeln, d.h. man muss behutsam und umsichtig damit umgehen.

Wenn man sich darüber Hoffnungen machen will, dass eine fabrikneue Öldüse auch nach dem Einbau in den Brenner ihre guten Eigenschaften behalten und den Erwartungen entsprechen soll, sorgfältig aufbewahrt, transportiert und in jeder anderen Beziehung gut behandelt werden.

Aufbewahrung:

Düse stets bis zum Augenblick des Einbaus in den Brenner in der Schutzhülse belassen.

Fabrikneue Öldüsen sollten niemals in auf Lager abgestellte Brenner montiert sein.

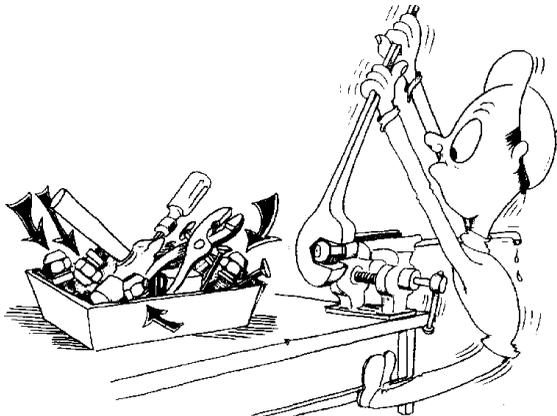


Transport:

Für den Transport der Öldüsen sollte immer ein Danfoss Düsenkoffer benutzt werden, da hierdurch der beste Schutz gesichert ist. Niemals eine eiskalte Düse in den Ölbrenner einbauen. Vor der Montage ist die Düse zu temperieren. Darauf achten, dass das "Maul" der Düse niemals mit verschmutzten Fingern berührt wird, weil dadurch die Düsenbohrung verstopft werden könnte. Die Düse sollte immer nur an den Schlüsselflächen angefasst werden.

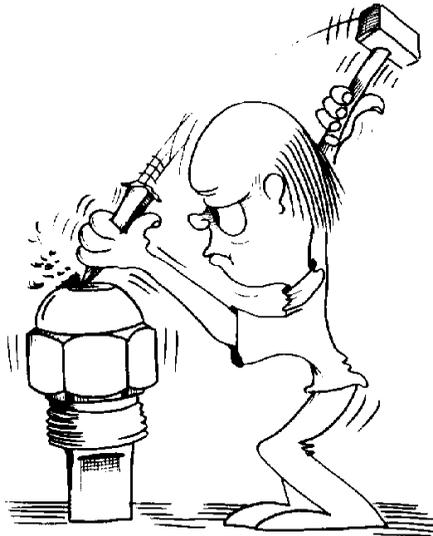
Ungeschützte Öldüsen sollte man nie in die Tasche stecken oder achtlos in Werkzeugkassetten achtlos herumliegen lassen.

Bei der Montage niemals Gewalt anwenden, weil dadurch die Dichtungsf lächen zwischen Düse und Düsenhalter zerstört werden könnten.



Kann man Öldüsen reinigen?

Im Hinblick auf eine optimale Verbrennung sollte man grundsätzlich statt einer Reinigung eine Auswechslung der Düse vornehmen. Man kann nämlich Koks- und Schmutzteilchen, die sich in oder an der Düsenöffnung festgesetzt haben, nicht entfernen, ohne dass die erhebliche Gefahr besteht, dass dabei das Zerstäubungsmuster und der Streukegel zerstört werden. Das gleiche gilt, wenn man die Düse zerlegt, um die Tangentialschlitze zu reinigen. Ganz besonders lässt sich bei den Öldüsen im niedrigen Leistungsbereich ohne Mikroskop kaum feststellen, ob aus den winzig kleinen Tangentialschlitzen wirklich alle Schmutzpartikel entfernt worden sind. Unter diesen Umständen ist eine Auswechslung der Düse wirtschaftlicher als ein zweifelhafter Reinigungsversuch. Öldüsen sollten stets in der Originalverpackung aufbewahrt werden. Nur so ist die Gewähr gegeben, dass man im Bedarfsfall eine unbeschädigte und saubere Düse verfügbar hat.



Was bedeuten die in die Öldüsen eingeschlagenen Ziffern und Buchstaben?

Wenn einem die Bedeutung der in die Düsen eingestempelten Ziffern nicht geläufig ist, wird man keine richtige Öldüse wählen können – ausser in den Fällen, wo eine ausgediente Düse gegen eine neue der genau gleichen Art ausgetauscht werden soll.

Um den Anforderungen der CEN Norm zu folgen, muß die Öldüse mit einer Durchsatzangabe sowie einem Sprühmuster/Winkelindex versehen sein, die auf den Referenzpunkt der Norm definiert sind.

Eine Danfoss Öldüse ist mit folgende Daten gekennzeichnet, wobei mit Einführung der CEN Norm die zerstäubungstechnischen Daten der Düsen Beibehalten wurden, lediglich die Markierung hat sich geändert:

Neue CEN-Definitionspunkt

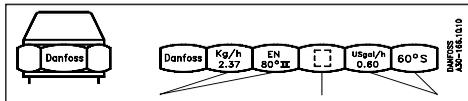
Prüföl:	Viskosität 3,4 mm²/s
Dichte:	840 kg/m³
Zerstäubungsdruck:	1000 kPa (↔ 10⁻² bar)

Die bestehenden Öldüsen werden unter den neuen, obengenannten Prüfbedingungen getestet, wodurch sich natürlicherweise "neue" Daten für Durchsatz, Muster und Winkel ergeben.

Beispiel einer neuen Markierung:

CEN Markierung

+ die bestehende Markierung
Die Düsen werden zukünftig zwei verschiedene Markierungen tragen:



Die neue CEN Markierung, welche auf den CEN Definitionspunkt bezogen ist, markiert mit EN (Europa Norm).

Die bestehende Markierung (alt), welche Auskunft auf den bestehenden Durchsatz in USgal/h, Sprühwinkel und Sprühmuster gibt.

Die neue CEN Markierung gibt an: *Düsendurchsatz* in kg/h bei einem Zerstäubungsdruck von 1000 kPa ($\times 10^{-2}$ bar), mit einem Prüföl mit 3,4 mm²/s, 840 kg/m³.

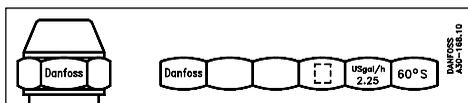
Da die Düse, wie bereits vorher gesagt, unverändert ist in Bezug auf den Düsenkegel und die Düsenplatte, werden die CEN Daten logischerweise teilweise "krumme" Zahlen liefern. Zum Beispiel: 2,37 kg/h.

Da die CEN Norm eine verschärfte Anforderung an die Durchsatztoleranz stellt, nämlich $\pm 4\%$, können wir diese neuen Werte auf- oder abrunden.

Markierung der Standarddüsen

Die bestehende Markierung

(alt) gibt Auskunft über den bestehenden Durchsatz in USgal/h, Sprühwinkel und Sprühmuster bei 700 kPa ($\times 10^{-2}$ bar), mit einem Prüföl mit 3,4 mm²/s und 820 kg/m³.



Wie wählt man die richtige Öldüse?

Wenn es nur darum geht, eine abgenutzte Öldüse gegen eine neue Danfoss Öldüse auszutauschen, ist die Sache einfach und problemlos. Man muss sich lediglich davon überzeugen, dass die Datenkennzeichnung der beiden Düsen übereinstimmen. Sollte die Kennzeichnung nicht lesbar sein, was nicht selten infolge einer unsachgemässen und gewaltsamen Handhabung vorkommen kann, so muss man das Instruktionsbuch zu Hilfe nehmen und darin den richtigen Düsentyp ermitteln. Sind nun aber sowohl die Düsenkennzeichnung unlesbar als auch die Instruktion nicht zur Hand, so muss man die Düsengrösse nach der Leistung des betreffenden Kessels ermitteln. Diese Daten sind dem Kennschild des Kessels zu entnehmen. Die Leistung eines Kessels wird allgemein durch einen der folgenden Faktoren angegeben:

m² Kesselfläche in Quadratmetern.

Als Faustregel kann man bei älteren Anlagen mit einem Verbrauch an Heizöl zwischen 0,8 und 1 kg/h je m² Heizfläche rechnen.

Wenn also z.B. die Heizfläche eines Kessels 3 m² beträgt, wählt man eine Düse mit einer Leistung (Durchsatz) von 3 kg/h.

kcal/h Kilokalorien je Stunde.

Mca/h Megakalorien je Stunde

Diese beiden Begriffe bestehen aus der Grundeinheit Kalorie (cal.).

1 Kilokalorie = 1000 cal.

1 Megakalorie = 1000 kcal = 1000.000 cal

Da jedes Kilogramm Heizöl bei der Verbrennung 10.000 kcal = 10 Mcal abgibt, lässt sich sehr einfach errechnen, welche Düsengrösse zu wählen ist. Für einen Kessel mit der Kennzeichnung 25.000 kcal/h wählt man eine Öldüse 2,5 kg/h bei 7 bar Pumpendruck. Für einen Kessel mit der Kennzeichnung 250 Mcal/h wählt man eine Öldüse 25 kg/h bei 7 bar Pumpendruck.

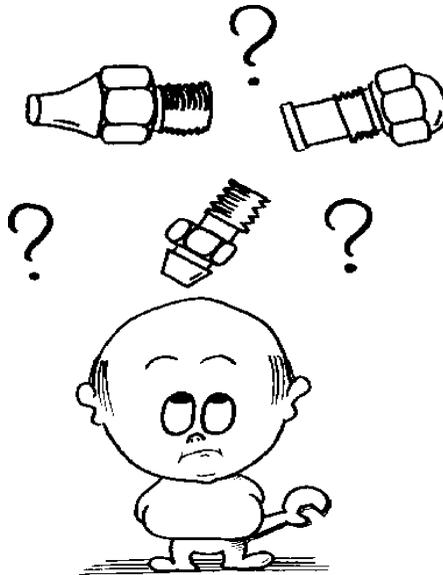
kW Der Bezeichnung kW (Kilowatt) wird man in Zukunft auch im Bereich der Heizung immer häufiger begegnen, da diese Einheit in den neuen SI-Normen enthalten ist. 1 Liter Heizöl gibt bei der Verbrennung ca. 10 kW ab. Es ist daher sehr einfach, für einen Kessel, dessen Leistung in kW angegeben ist, die richtige Danfoss Öldüse zu ermitteln, weil Danfoss Öldüsen mit der Kennzeichnung 1/h versehen sind. Eine Danfoss Öldüse mit der Kennzeichnung 2,27 1/h gibt eine Wärmemenge von ca. $2,27 \times 10 = 22,7$ kW ab.

Achtung!

Hinsichtlich der Wahl des Zerstäubungswinkels und des Zerstäubungsmusters muss man – wenn keine genauen Angaben vorliegen – versuchsweise vorgehen. Dabei beginnt man am besten mit einer Düse mit einer Streuung von 60° und einem Zerstäubungsmuster vom Typ S.

Kann man Öldüsen verschiedener Fabrikate miteinander vergleichen?

Steht man vor der Aufgabe, eine Düse fremden Fabrikats gegen eine Danfoss Öldüse auszuwechseln, so ergibt sich die Frage, ob man unterschiedliche Düsenfabrikate miteinander vergleichen kann. Die einem Ölbrenner mitgelieferte Bedienungsvorschrift enthält in der Regel Angaben über mehrere verschiedene Fabrikate und Vorschläge darüber, welcher Düsentyp zu wählen ist. Die Leistungsangaben für die jeweils unterschiedlichen Düsen kann man unmittelbar miteinander vergleichen. Auch die Zerstäubungswinkel lassen sich vergleichen, da die Winkelgrösse in die Öldüse eingeschlagen ist. Dagegen kann ein Zerstäubungsmuster nicht ganz exakt durch Ziffern und Buchstaben definiert werden. Dazu ist eine Aufzeichnung der Tropfendichte im Zerstäubungsmuster erforderlich. Ein direkter Vergleich von Zerstäubungsmustern wäre daher ziemlich unsicher. Wenn man aber die Zeichnungen von Zerstäubungsmustern der verschiedenen Düsenfabrikate vergleichsweise einander gegenüberstellt, kann man an Hand eines solchen Vergleichs eine Öldüse wählen. Danach müsste dann aber eine Verbrennungsanalyse vorgenommen werden, aus der dann hervorgehen wird, ob die richtige Düse gewählt wurde.



Warum kann eine Öldüse tropfen?

Im Interesse der Wahrheit sei hier von vornherein festgestellt, dass in den allermeisten Fällen die Öldüsen keine Schuld an einem Nachtropfen tragen. Was aber auch immer der Grund sein mag, so muss ein Nachtropfen der Düse unter allen Umständen schnellstens abgestellt werden, wenn eine heillose Verschmutzung in oder ausserhalb der Brennkammer vermieden werden soll.

Die Öldüse tropft beim Einschalten des Brenners nach.

Wenn während des Brenneranlaufs Öl bei zu niedrigem Druck durch die Düse gelangt, so wird sie unweigerlich unverbranntes Öl nachspritzen, weil eine effektive Zerstäubung erst bei einem angemessen hohen Druck erfolgt.

In der Regel liegt in diesem Fall der Fehler am Magnetventil oder am hydraulischen Ventil der Ölpumpe, die entweder verschmutzt oder defekt sein können.

Die Öldüse tropft während des Betriebs nach.

Wenn während des Betriebs der Brenner in kleinen Intervallen nach spritzt, kann das folgende Ursachen haben:

- Die Düse ist zu weit hinter der Stauscheibe oder dem Brennerkopf angebracht.
- Die Zündelektroden ragen in den Ölnebel hinein, – sie sitzen also falsch.
- Undichtigkeit zwischen Düse und Düsenhalter. – NB! Das Anziehen der Düse im Düsenhalter darf nicht unter zu grossem Kräfteaufwand erfolgen.
- Schmutz in der Düse oder Ölkoks in und an der Düsenöffnung.
- Düsenöffnung ist defekt, weil eine unsachgemässe Reinigung versucht wurde.
- Zu niedriger Öldruck. Gelegentliche Manometerkontrolle nicht vergessen.

Die Öldüse spritzt beim Ausschalten des Brenners nach.

Wenn beim Stillsetzen des Brenners die Düse einen Ölstrahl einspritzt, statt die Ölzufuhr blitzschnell abzuschneiden, so ist das häufig auf folgendes zurückzuführen:

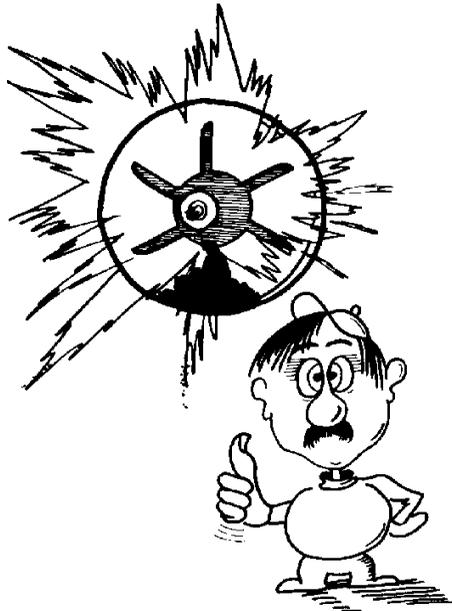
- Das im Öldruckrohr zwischen der Pumpe und der Düse befindliche Öl enthält Lufteinschlüsse.
- Das Magnetventil oder das hydraulische Ventil der Ölpumpe sind verschmutzt oder defekt.

Warum kann eine Flamme schief brennen?

Eine schief brennende Flamme bewirkt ganz zweifellos eine schlechte Verbrennung. Daher sollte ein solcher Fehler sofort behoben werden.

Ursachen einer schief brennenden Flamme können sein:

- Die Öldüse ist abgenutzt.
- Die Öldüse ist innen verschmutzt, z.B. Schmutz in den Tangential-schlitten.
- Die Öldüse ist unsachgemäss behandelt worden, z.B. durch Reinigung mit einem harten und scharfen Gegenstand.
- Verkokung der Düsenspitze.
- Schiefe Anordnung der Düse im Brennerrohr; die Düse muss genau in der Mitte des Rohres sitzen.
- Ungleichmässige Luftzufuhr, weil entweder die Stauscheibe oder der Brennerkopf verschmutzt bzw. defekt sind.

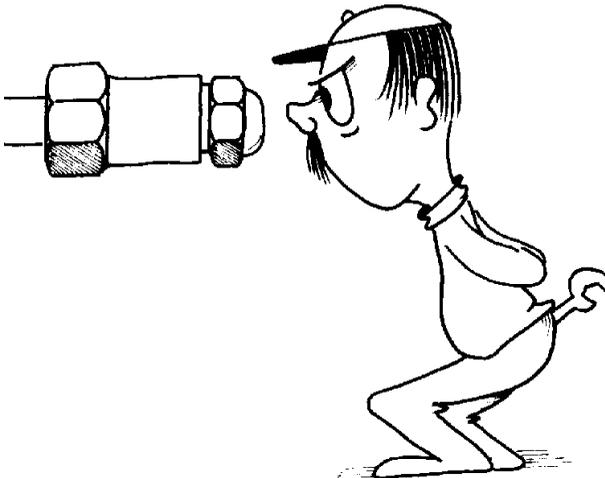


Warum kommt kein Öl aus der Düse?

Wer kennt nicht den Ärger, wenn kein einziger Tropfen Öl aus der Düse herauskommt. Dieses Problem sollte es jedoch nicht geben, wenn man die nachstehenden Regeln einer "Soforthilfe" Punkt für Punkt beachtet.

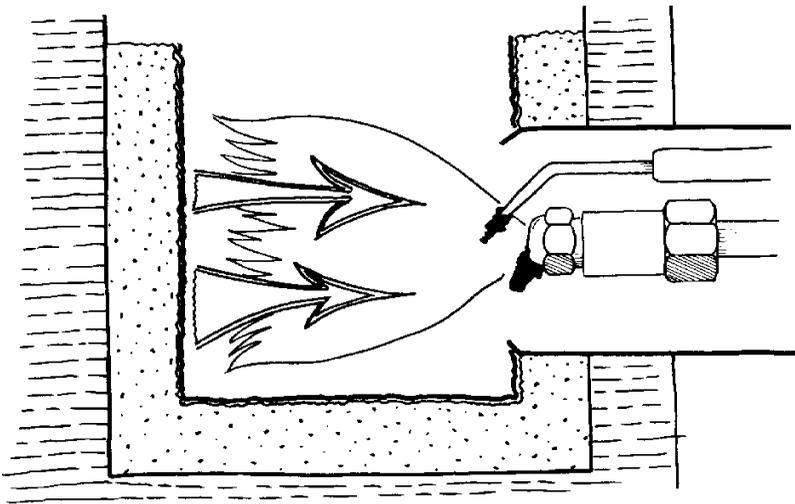
- Befindet sich Öl im Heizöltank?
- Ist das Ventil in der Saugleitung geöffnet oder geschlossen?
- Sitzt das Rückschlagventil in der richtigen Einbaurichtung?
- Dreht sich die Pumpe überhaupt?
- Die Kupplung zwischen Pumpe und Motor könnte zerstört sein.
- Ist eine Saugleistung der Pumpe festzustellen? – Welches Vakuum zeigt das Vakuummeter?
- Ist in einem an der Pumpen-Saugseite angebrachten durchsichtigen Prüfschlauch Luft zu beobachten? – Möglich sind ein zu hohes Vakuum oder eine undichte Saugleitung.
- Ist das Filter der Pumpe sauber und sonst in Ordnung?
- Sind die Ventile (hydraulisches Ventil der Pumpe und Magnetventil) geöffnet und in Ordnung?
- Ist das Öldruckrohr zur Düse verschmutzt?
- Ist das Düsenfilter sauber und in Ordnung?
- Ist die Düse verstopft?
- Ist das Öl sehr kalt und dickflüssig? – Befindet sich möglicherweise zu Eis gefrorenes Wasser im Öl?

Wenn diese Faktoren alle in Ordnung sind, müsste eigentlich Öl aus der Düse kommen.



Warum bildet sich Ölkoks an der Düse und an den Zündelektroden?

Bei einer sehr starken Überhitzung von flüssigem Öl wird schwarzer steinharder Kohlenstoff ausgeschieden, – man spricht dann von einem Kracken des Öls. Unter normalen Betriebsbedingungen wird sich weder an der Öldüse noch an den Zündelektroden Kohlenstoff in nennenswerter Menge ablagern, aber falls an der Kante der Düsenöffnung auch nur ein winzig kleiner Kratzer vorhanden ist, so kann das dazu führen, dass Öl eigene Wege geht. Dabei wird dann das unzerstäubte Öl der sehr starken Strahlungshitze der Flamme ausgesetzt, und die Folge ist, dass sich an der Düsenvorderkante Kohlenstoff festbrennt und somit die Zerstäubung beeinträchtigt und die Verbrennung verringert wird. Das gleiche geschieht, wenn die Düse nachspritzt. Wenn die Zündelektroden falsch angeordnet sind, so dass das eingespritzte Öl auf sie auftreffen kann, so wird sich allmählich durch die Flammenhitze an den Elektrodenspitzen so viel Ölkoks bilden, dass schliesslich ein Kurzschluss entsteht und folglich der Zündfunke ausbleibt. Der Brenner kann also nicht anlaufen.



Kessel mit einer starken feuerfesten Ausmauerung der Brennkammer neigen am meisten zur Bildung von Ölkoks, und zwar weil die kräftige Wärmeabstrahlung der feuerfesten Steine auf die an Düse, Zündelektroden und Brennerkopf befindlichen Ölteilchen auch in den Standzeiten des Brenners einwirkt, in denen keine kühlende Wirkung der Gebläseluft erfolgt.

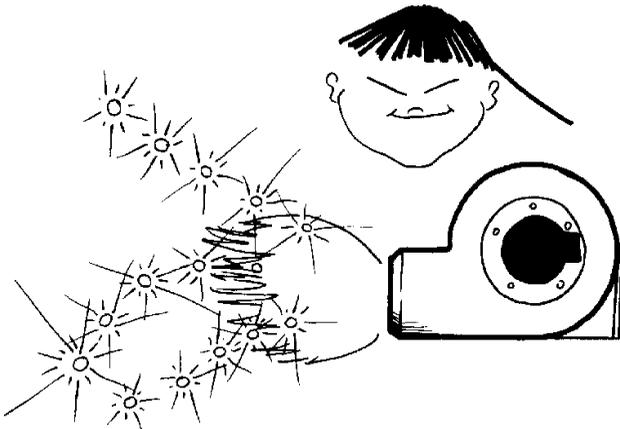
NB! Da Koksablagerungen an der Öldüse und an den Zündelektroden unweigerlich Betriebsstörungen und eine schlechte Verbrennung verursachen, sollte unter allen Umständen peinlich darauf geachtet werden, dass an diesen Teilen kein Ölkoks entstehen kann.

Warum brennt die Flamme wie eine Wunderkerze?

Die Meister der Feuerwerkskunst, die Chinesen, mischten mit voller Überlegung Kohlepulver in die Zündsätze ihrer Feuerwerkskörper, um dadurch z.B. in den sogenannten Wunderkerzen einen starken Licht- und Funkeneffekt zu erzielen. Die feinen Kohlepartikel verbrennen nämlich mit einer ganz erheblichen Lichtwirkung. In sehr vielen Ölfeuerungen findet ganz unbemerkt ein ähnliches "Feuerwerk" statt, indem bei einer schlechten Zerstäubung oft so grosse Öltröpfen mit eingespritzt werden, dass diese in der Flamme kracken, bevor sie verdampfen können. Bei dem Kracken bilden sich kleinste Kohleteilchen, und so entstehen dann eben "Wunderkerzen" in der Flamme. Leider wird dabei die Brennkammer stark verschmutzt, so dass man diese Art der Verbrennung möglichst vermeiden sollte. Nicht alle grösseren Öltröpfen verbrennen nämlich völlig, und so kann sich an Heizflächen und am Kesselboden ein Belag aus Russ und Ölkoks absetzen. Das beeinträchtigt die Wärmeübertragung und bedeutet also schlechte Wirtschaftlichkeit. "Wunderkerzen" in der Flamme können auch bei grossem Luftüberschuss durch eine Russprobe festgestellt werden, weil sich bei der Überprüfung das Russpapier durch die unverbrannten Ölderivate fleckenweise gelbbraun verfärbt.

"Wunderkerzen" in der Flamme entstehen häufig unter den folgenden Umständen:

- Der Öldruck ist zu niedrig.
- Die Stauscheibe, der Brennerkopf und möglicherweise auch die Düse sind defekt.
- Das Öl ist zu dickflüssig (zu kalt).
- Der Luftüberschuss ist zu gross.



Warum entsteht in der Brennkammer ein fettiger und übelriechender Belag und wie entfernt man diesen Belag?

Wenn man schon von weitem einen üblen Geruch des Ölbrenners wahrnehmen kann, so wird man im Inneren der Brennkammer einen schwarzen, blanken, fettigen und penetrant riechenden Belag entdecken, der sich schwer entfernen lässt. Dieses Ubel entsteht meistens dann, wenn das Öl bei zu grossem Luftüberschuss verbrennt, denn durch diese überschüssige Luft werden ein Teil der entzündeten Ölnebel so stark abgekühlt, dass sie erlöschen, bevor sie ganz verbrannt sind. Da die leichtesten Bestandteile des Heizöls als erste verbrennen, wird der Rest der erloschenen Öltropfen grösstenteils aus riechenden schweren Teerrückständen bestehen. Einen solchen Belag nennt man GLANZRUSS. Das Entstehen von GLANZRUSS kann man vermeiden, wenn man darauf achtet, für die Verbrennung keinen zu grossen Luftüberschuss zu haben. Daher sollte man immer auf einen möglichst hohen CO_2 – Gehalt achten, – dabei aber nicht den Russfleck (bei der Russprobe) ausser Betracht lassen. Rein praktisch erfolgt das Abbrennen von Glanzruss dadurch, dass man selbstverständlich die Luftzufuhr drosselt und zugleich durch eine entsprechende Einstellung am Kesselthermostat die Kesseltemperatur anhebt.

GLANZRUSS entsteht am häufigsten wenn:

- Heizöl bei zu grossem Luftüberschuss verbrennt.
 - sich auf Grund eines zu niedrigen Öldruckes oder einer defekten Öldüse zu grosse Öltropfen bilden.
- eine falsche Öldüse gewählt wurde.



Warum bildet sich Russ in der Flamme?

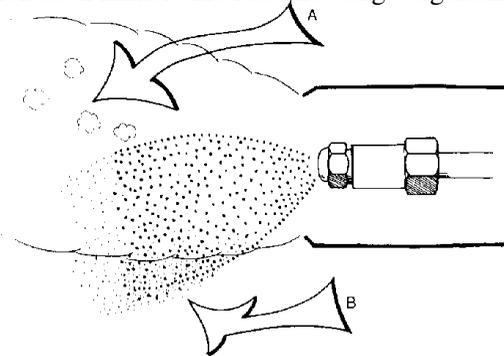
Theoretisch ist die Erklärung für die Russbildung in einer Ölflamme sehr kompliziert, aber ganz allgemein kann man sagen, dass bei einer Verbrennung von Öldämpfen immer dann Russ entsteht, wenn zu wenig Verbrennungsluft zur Verfügung ist. Voraussetzung für eine optimale Verbrennung ist:

- Effektive Zerstäubung.
- Effektive Vermischung von Öl und Luft im richtigen Verhältnis.

Eine russfreie oder russschwache Verbrennung erreicht man nur, wenn folgende Faktoren beachtet werden:

- Richtige Anwendung einer Öldüse von hoher Qualität.
- Richtige Kombination von Öldüse und Stauscheibe/Brennerkopf.
- Richtiger Öldruck.
- Ausreichende Luftzufuhr zum Kesselraum.
- Gebläsegehäuse, Brennerrohr, Gebläsegrad, Stauscheibe/Brennerkopf und Öldüse müssen sauber und intakt sein.
- Stabile Zugverhältnisse durch Isolierung des Rauchabzugs.
- Eine zu starke Abkühlung des Heizöls muss vermieden werden.

Da Russablagerungen umweltschädigend sind und auch die Wirtschaftlichkeit der Heizung herabsetzen, sollte bei jeder Brennerinspektion auch immer eine Russmessung vorgenommen werden.



NB!

Wie aus der Skizze ersichtlich besteht die Gefahr der Entstehung sowohl eines Luftunterschusses (Russbildung) als auch eines Luftüberschusses (unverbrannte Ölpartikel), wenn das Öl- und Luftmuster nicht miteinander übereinstimmen. Dieser Fall liegt häufig dann vor, wenn eine Düse defekt ist, und infolgedessen ein schiefes Zerstäubungsmuster entsteht oder wenn die Stauscheibe bzw. der Brennerkopf verschmutzt/defekt sind, und folglich die Luftzufuhr unregelmässig wird.

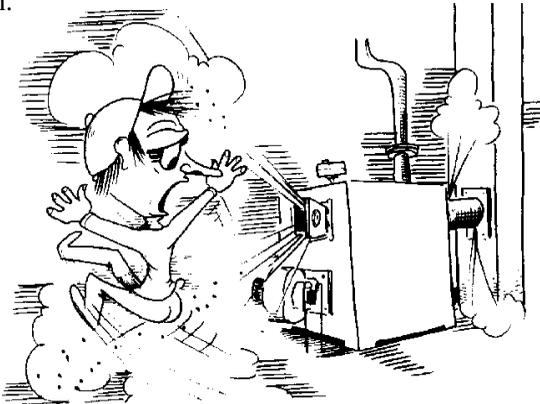
Der Pfeil A zeigt einen Luftüberschuss, der Pfeil B einen Luftunterschuss an.

Warum kann das Öl mit einem Knall zünden?

Wer nur einmal den Arger und die Verschmutzung bei einer Zündung zur Unzeit erlebt hat, der wird sich entschieden bemühen, eine Wiederholung zu vermeiden.

Wenn das Heizöl unter Verpuffungserscheinungen gezündet wird, so kann das u.a. folgende Ursachen haben:

- Der Zündfunke springt nicht, wie er müsste, von einer Elektrode zur anderen, sondern er springt von einer Elektrode zur Stauscheibe bzw. zum Brennerkopf über.
In der Regel liegt das daran, dass die Elektroden falsch angeordnet sind.
- Durch wiederholte Versuche, den Brenner von Hand einzuschalten haben sich allmählich in der Brennkammer Öldämpfe konzentriert. Wenn dann schliesslich die Zündung erfolgt, gibt es eine regelrechte kleine Explosion. Wenn das Öl nach einigen wenigen Versuchen nicht gezündet wird, sollte man besser die Zündungsversuche abbrechen und statt dessen nach der Ursache suchen.
- Die Öldüse ist zu weit nach vorn angeordnet. Dabei wird dann die Luftgeschwindigkeit entlang der Düse so gross, dass das Gemisch aus Öl und Luft praktisch von der Nähe der Düse und des Zündfunkens “weggeblasen” wird. Häufig erfolgt die Zündung dann erst, wenn das Öl-Luft-Gemisch so “fett” geworden ist, dass es an den Zündfunken heranreicht. Die Zündung dieser unkontrolliert grossen Ölmenge verursacht einen “fürchterlichen Knall”.
- Der Öldruck ist zu niedrig oder das Zerstäubungsmuster ist auf Grund einer defekten Düse schief.
- Infolge einer nachspritzenden Düse oder einer Undichtigkeit zwischen Öldüse und Düsenhalter hat sich im Brennerrohr ein Teil Öl angesammelt. Irgendwann kan dieses Öl so stark erhitzt werden, dass sich Öldämpfe bilden. Wenn dann ein Teil dieser unkontrollierten Dämpfe in die Brennkammer gelangen und dort gezündet werden, erfolgt eine kleine Detonation.

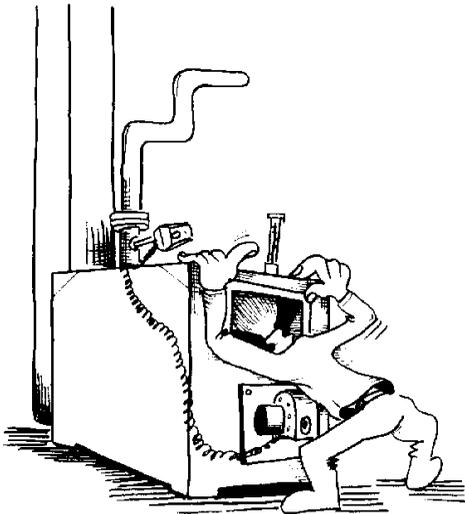


Warum erfolgt keine Flemenbildung?

Die meisten kennen den Ärger wenn nach gründlicher Vorbereitung beim Start dann doch keine Flamme kommt.

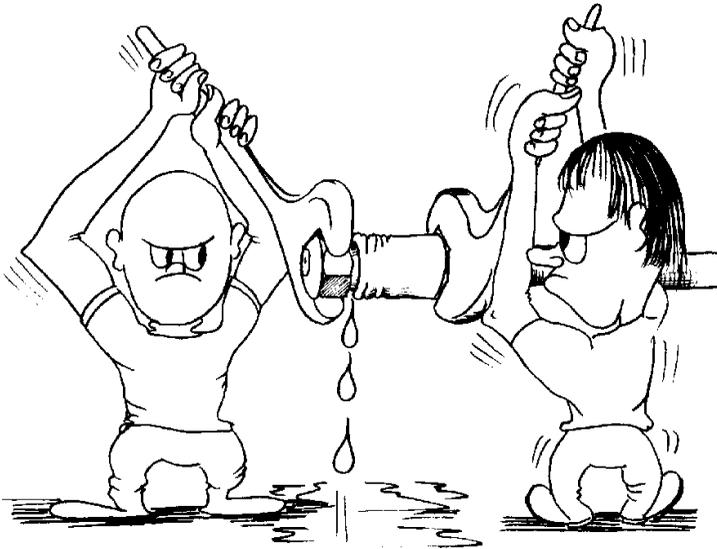
Dafür kann es unter anderem folgende Gründe geben:

- Es ist kein Heizöl im Tank.
- Die Saugleitung ist undicht.
- Das Ventil in der Saugleitung ist geschlossen, – oder vielleicht wurde auch eine Rohrleitung flach “getreten”.
- Die Ölpumpe steht still, weil die Kupplung zerstört ist.
- Das Magnetventil im Druckrohr zur Düse öffnet nicht.
- Es werden Schmutzteilchen aus dem Tank angesaugt, die die Düse blockieren.
- Die Öldüse wurde bei der Montage verschmutzt und ist verstopft.
- Keine Funkenbildung, weil der Transformator defekt ist; – vielleicht sind auch die Zuleitungen defekt.
- Keine Funkenbildung infolge eines Kurzschlusses der Elektroden, Ölkoks oder Russablagerung an den Porzellanisolatoren.
- Falsche Drehrichtung der Ölpumpe.
- Das Rückschlagventil in der Saugleitung sitzt verkehrt rum.
- Zu dickflüssiges bzw. zu kaltes Öl.
- Das Druckrohr zur Düse ist verstopft.
- Die Saug- und Druckleitungen wurden vertauscht.
- Die Ölpumpe wurde für 1-Rohrbetrieb montiert.
- Die Ölpumpe ist verrostet.
- Das hydraulische Ventil der Ölpumpe ist defekt.
- Der Druck der Ölpumpe ist viel zu niedrig.
- Luft in der Saugleitung bei zu hohem Vakuum 5-6m WS.



Warum entsteht zwischen der Öldüse und dem Düsenhalter eine Undichtigkeit?

Normalerweise gibt es hier auch keine undichte Stelle; – wenn man aber sozusagen als “Kraftprotz” auftritt und beim Anziehen der Düse im Düsenhalter zu viel Kraft aufwendet, zerstört man die sorgfältig bearbeiteten Dichtungsflächen und hat nur Arger. Daher sollte man bei der Montage der Düse sparsam mit der Muskelkraft umgehen. Auch sind Dichtungsschnur, Dichtungspaste u.dergl. überflüssig. Dagegen sollte man vor dem Einschrauben der Düse in den Düsenhalter die Dichtungsflächen gründlich – aber behutsam – säubern.



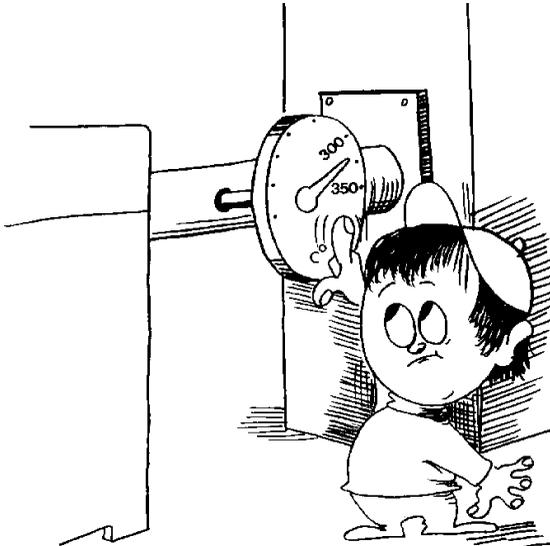
Kann eine zu hohe Rauchgastemperatur auf die Öldüse zurückgeführt werden?

Da eine hohe Temperatur der Abgase, z.B. 300°-350°C Zeichen einer schlechten Verbrennungswirtschaftlichkeit ist, sollte man, wenn das der Fall ist, der Sache nachgehen. Immerhin wäre es wissenswert, ob die Öldüse mit einer zu hohen Rauchgastemperatur etwas zu tun hat.

Wenn die Temperatur der Rauchgase unverhältnismässig hoch wird, kann das u.a. folgende Gründe haben:

- Das Öl verbrennt mit zu grossem Luftüberschuss, d.h. mit einem zu niedrigen CO₂-Gehalt.
- Die Kesselheizflächen sind verrusst, so dass die Wärmeübertragung zum Kesselwasser behindert wird.
- Der Öldruck kann zu hoch sein. Es sei hier daran erinnert, dass eine 4 kg-Düse einen Durchsatz von 6 kg/h ergibt, wenn aus irgendeinem Grund der Öldruck von 7 bar auf 15 bar erhöht wird.
- Die Öldüse ist im Verhältnis zur Kesselleistung zu gross gewählt, – siehe unter “Wie wählt man die richtige Öldüse”.
- Das Rauchleitblech, das der besseren Wärmeübertragung zum Kessel dienen soll, ist entweder entfernt oder durchgebrannt.
- Die feuerfeste Ausmauerung der Brennkammer ist falsch ausgeführt oder abgebröckelt.

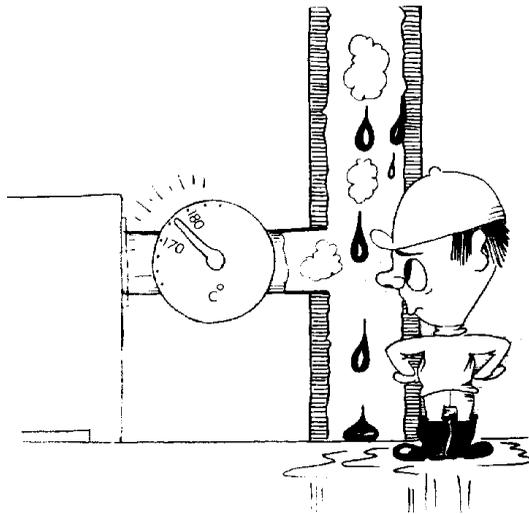
NB! Vergessen Sie nie zu überprüfen, ob das Thermometer richtig anzeigt.



Kann eine zu niedrige Rauchgastemperatur auf die Öldüse zurückgeführt werden?

Bei einer zu niedrigen Temperatur der Rauchgase, z.B. 170°C - 180°C , ist an sich die Wirtschaftlichkeit in Ordnung, aber da Gefahr besteht, dass der im Rauch enthaltene Wasserdampf (1 Liter Wasserdampf je kg Heizöl) sich verdichtet und sich als Wasser im Kamin und Rauchabzug ablagert, sollte die Ursache einer sehr niedrigen Rauchgastemperatur näher ergründet werden. Ursachen einer zu niedrigen Rauchgastemperatur sind u.a.:

- Die Öldüse ist im Verhältnis zur Kesselleistung zu klein gewählt, – siehe unter “Wie wählt man die richtige Öldüse?”.
- Der Öldruck ist zu niedrig eingestellt. Dabei ergibt sich meistens auch eine schlechte Verbrennung mit nachfolgender Russbildung.
- Etwaige im Kessel angeordnete Rauchleitbleche sind für die betreffende Anlage zu wirkungsvoll. Das kann bedeuten, dass das Verhältnis zwischen der Düsendrösse und der Kesselleistung nicht stimmt.
- Kaltluft dringt in den Rauchabzug und kühlt die Rauchgase ab, so dass deren Temperatur niedrig erscheint; – dies lässt sich durch eine Kontrollmessung des CO_2 - Gehalts feststellen. Ist der CO_2 -Gehalt niedrig, z.B. 4-5%, während er in der Brennkammer über der Flamme gemessen z.B. 10-12% beträgt, kann man sicher sein, dass es irgendwo in der Brennkammer oder am Rauchabzug eine undichte Stelle gibt.



NB! Mit einem gut isolierten Schornstein kann man es sich erlauben, mit einer niedrigeren Abgastemperatur und somit wirtschaftlicher zu heizen, als man es mit einem nicht isolierten Schornstein könnte.

Warum verursacht die Öldüse eine zu lange Flamme?

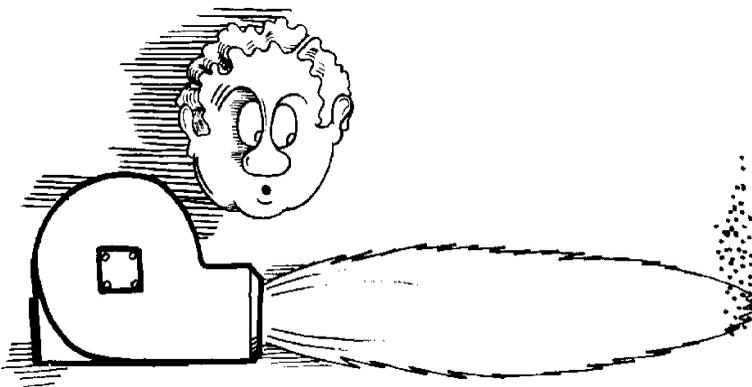
Eine zu lange Flamme wird unter erheblicher Russbildung an den Kesselwänden “emporlecken”. Unter gewissen Bedingungen entstehen sogar ganze Klumpen bzw. Fladen aus gekracktem Öl an den Innenflächen der Brennkammer.

Wenn die Flamme zu lang wird, so kann das folgende Gründe haben:

- Die Öldüse wurde mit einem zu kleinen Zerstäubungswinkel, – z.B. 30° statt 60° , – gewählt.
- Das Heizöl ist zu kalt. Kaltes Öl wird dickflüssiger und bildet bei der Zerstäubung grössere Tropfen. Grössere Öltropfen wiederum benötigen eine längere Flugstrecke um ausbrennen zu können, und so wird also mit kaltem Öl die Flamme zu lang.
- Die Leistung der Öldüse ist für die betreffende Brennkammergrösse zu gross;
- oder anders ausgedrückt: Die Brennkammer ist gegenüber der gewählten Düse zu klein ausgelegt. – In der Instruktion nachschlagen.
- Die Streuung und das Zerstäubungsmuster der Öldüse passen nicht zu dem Zerstäubungsmuster des betreffenden Brenners.

Was sagt die Instruktion?

- Stauscheibe und Brennerkopf wurden falsch zusammengebaut oder unzweckmässig angeordnet. Instruktion zur Hand nehmen.
- Der Öldruck ist zu niedrig. – Am Kennschild nachsehen, was für den betreffenden Ölbrenner vorgeschrieben ist.
- Der Durchsatz (Düsen-leistung) ist zu gross, – möglicherweise auf Grund eines zu hohen Zerstäubungsdruckes.

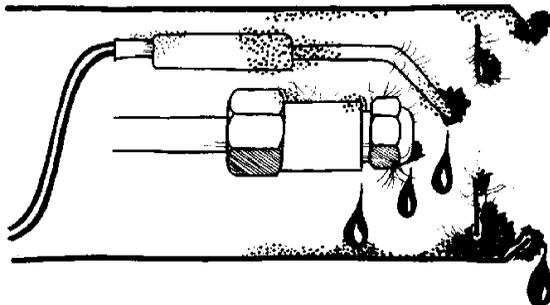


Warum verschmutzt die Öldüse das Brennerrohr mit Öl und Ölkoks?

Äusserst unangenehm und zugleich schädlich für die Verbrennung ist es, wenn das Brennerrohr mit Inhalt (Öldüse, Düsenhalter, Stauscheibe / Brennerkopf, Elektroden, Zündkabel, Flammensicherung usw.) durch Öl und Ölkoks verschmutzt wird.

Da ölbesudelte und verschmierte Brennerrohre wesentlich dazu beitragen, dass zu viele Ölbrenner im Betrieb unwirtschaftlich und störanfällig sind, kann die nachstehende Aufzählung möglicher Ursachen dazu dienen derartige Missstände zu vermeiden:

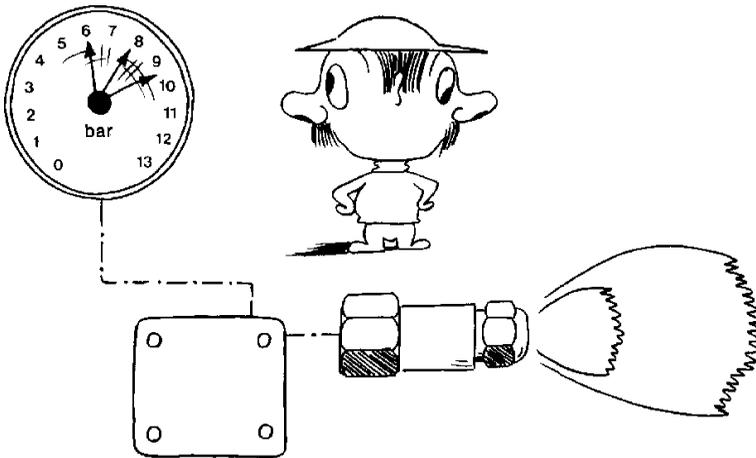
- Die Öldüse ist defekt, bzw. verkocht. - Die Öldüse ist falsch gewählt, - evtl. zu grosser Zerstäubungswinkel.
- Zu hoher Öldruck oder falsches Zerstäubungsmuster. Bei zu hohem Öldruck wird sich der Streukegel weiter öffnen (der Winkel wird grösser) so dass das Öl nach rückwärts schlagen kann.
- Die Öldüse ist im Verhältnis zur Stauscheibe/Brennerkopf falsch angeordnet.
- Stauscheibe/Brennerkopf sind defekt, - evtl. falsch zusammengebaut.
- "Wollmäuse" oder Haare in der Stauscheibe bzw. im Brennerkopf.
- Schlechtes Abschneiden beim Ausschalten. Magnetventil und Abschneideventil der Pumpe überprüfen. Ebenfalls auf eine gute Entlüftung achten.
- Die Elektroden ragen in den Ölnebel hinein.
- Gelegentlicher Überdruck in der Brennkammer. Ungünstige Rauchabzugverhältnisse .
- Schwankender Öldruck infolge eines Defekts des Druckregelventils in der Ölpumpe.
- Undichtigkeit zwischen Öldüse und Düsenhalter, – beim Ein schrauben und Anziehen dieser Teile keine Gewalt anwenden, weil dadurch die Dichtungsflächen zerstört werden.



Warum tritt plötzlich aus der Düse mehr oder auch weniger Öl heraus?

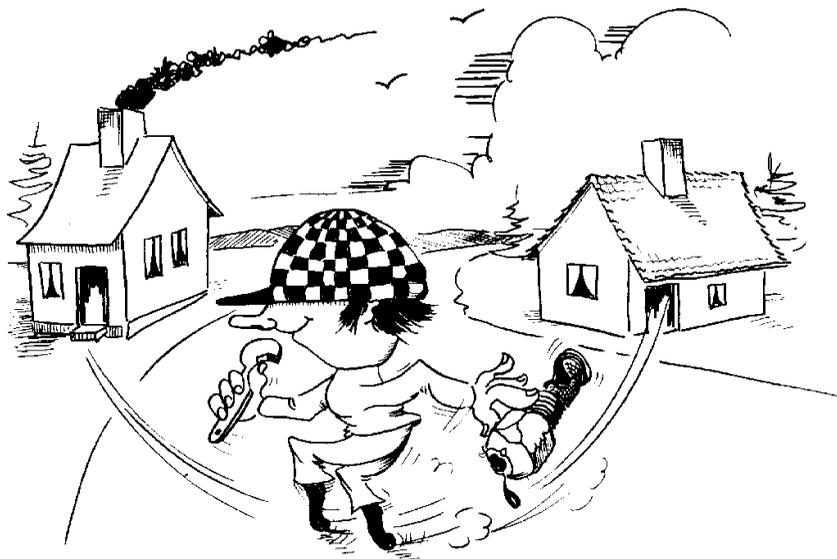
Da im Hinblick auf eine saubere und wirtschaftliche Verbrennung das Verhältnis zwischen der Ölmenge und der Luftmenge genau stimmen muss, ist es äusserst nachteilig, wenn die Ölmenge ohne weiteres schwankt. Ein solcher Fehler, der u.a. auf die unten erwähnten Umstände zurückzuführen ist, lässt sich meistens mit Hilfe eines Manometers feststellen:

- Das Druckregelventil der Ölpumpe ist defekt.
- Die Pumpe ist abgenutzt.
- Ölfilter, Düse und Pumpe sind verschmutzt.
- Das Rückschlagventil in der Saugleitung ist undicht oder verschmutzt.
- Die Drehzahl der Pumpe schwankt auf Grund einer defekten Kupplung.
- Das Magnetventil ist defekt oder verschmutzt.



Was macht man mit den alten, abgenutzten Öldüsen?

Der Begriff der Wiederverwendung ist heute höchst aktuell, und obwohl auch in manchen Bereichen eine Wiederverwendung gebrauchter Teile berechtigt und nützlich sein kann, ist nicht zu erwarten, dass jemand noch an einer gebrauchten oder gar abgenutzten Öldüse irgendwelche Freude haben kann. Daher muss von einer Benutzung bereits gebrauchter Öldüsen abgeraten werden. Alte Düsen wirft man am besten – sicherheitshalber – gleich in den Mülleimer.



Brenn- und Heizwerte (Anhaltzahlen)

Brennstoff	Brennwert H_o		Heizwert H_U	
	kJ	kWh	kJ	kWh
Heizöl EL ¹	44790/kg	12,443/kg	³ 42700/kg	11,862/kg
Heizöl EL ²	37664/l	10,463/l	35906/l	9,975/l

- 1) s. Recknagel-Sprenger Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik
61. Jahrgang 1981, Verlag Öldenburger, München.
- 2) Umgerechnet mit Dichte $\rho_{20} = 0,8409 \text{ kg/l}$
Mittelwert einer HEL-Jahresproduktion
- 3) s. Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland Pos. 1.5.2
1990 Verlags- u. Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke mbH

Auswahl der Düsengrößen für Heizöl EL-Brenner

Beispiel:

Kesselleistung

$P = 25 \text{ kW}$ (ca. 21.500 kcal/h)

Kesselwirkungsgrad

$\eta = 0,88$ angenommen

Unterer Heizwert für Heizöl EL $H_U = 11,86 \text{ kWh/kg}$ (ca. 10.200 kcal/kg)

$$\text{Öldurchsatz } \dot{m} = \frac{P}{H_U \cdot \eta} = \frac{25 \text{ kW kg}}{0,88 \cdot 11,86 \text{ kWh}} = 2,4 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Mit einer Dichte = 0,84 kg/l für Heizöl EL wird der Öldurchsatz

$$\dot{m} = 2,4 \text{ kg/h umgerechnet in } \dot{v} = \frac{2,4 \text{ kg}}{\text{h} \cdot 0,84 \text{ kg}} = 2,85 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

Mit $1 \text{ l/h} = 0,2642 \text{ USgal/h}$ errechnet sich ein Öldurchsatz $\dot{v} = 0,75 \text{ USgal/h}$, der von einer Düse 0,75 USgal/h bei 7 bar Pumpendruck erreicht wird.

Steht eine Düse 0,65 USgal/h zur Verfügung, so ist der Pumpendruck auf ca. 9,5 bar zu erhöhen.

Düsenleistungen – CEN

Düsenleistungen in kg/h als Funktion des Zerstäubungsdruckes bei einer Viskosität von 3,4 mm²/s und einer Dichte von 840 kg/m³.

Referenzdruck

6 bar kg/h	7 bar kg/h	8 bar kg/h	10 bar kg/h	12 bar kg/h	14 bar kg/h
1,13	1,22	1,30	1,46	1,59	1,72
1,28	1,38	1,48	1,66	1,81	1,96
1,44	1,56	1,67	1,87	2,04	2,21
1,63	1,76	1,88	2,11	2,31	2,49
1,83	1,98	2,11	2,37	2,59	2,80
2,06	2,23	2,38	2,67	2,92	3,15
2,27	2,45	2,62	2,94	3,22	3,47
2,56	2,76	2,96	3,31	3,62	3,91
2,88	3,11	3,32	3,72	4,07	4,40
3,28	3,54	3,79	4,24	4,64	5,01
3,44	3,72	3,98	4,45	4,87	5,26
3,64	3,94	4,21	4,71	5,15	5,57
4,00	4,32	4,62	5,17	5,66	6,11
4,52	4,88	5,22	5,84	6,39	6,90
4,70	5,08	5,43	6,08	6,66	7,19
5,07	5,48	5,85	6,55	7,17	7,55

Düsenleistungen

Düsenleistungen in USgal/h als Funktion des Zerstäubungsdruckes bei einer Viskosität von 3,4 mm²/s und einer Dichte von 820 kg/m³.

Referenzdruck

6 bar GPH	7 bar GPH	8 bar GPH	10 bar GPH	12 bar GPH	14 bar GPH
0,37	0,40	0,43	0,48	0,52	0,56
0,42	0,45	0,48	0,54	0,59	0,64
0,46	0,50	0,53	0,60	0,65	0,71
0,51	0,55	0,59	0,66	0,72	0,78
0,55	0,60	0,64	0,72	0,78	0,85
0,60	0,65	0,69	0,78	0,85	0,92
0,69	0,75	0,80	0,90	0,98	1,06
0,79	0,85	0,91	1,02	1,11	1,20
0,92	1,00	1,07	1,19	1,31	1,41
1,01	1,10	1,17	1,31	1,44	1,55
1,11	1,20	1,28	1,43	1,57	1,70
1,16	1,25	1,34	1,49	1,64	1,77
1,25	1,35	1,44	1,61	1,77	1,97
1,39	1,50	1,60	1,79	1,96	2,12
1,52	1,65	1,76	1,97	2,16	2,33
1,62	1,75	1,87	2,09	2,29	2,47
1,85	2,00	2,14	2,39	2,62	2,83
2,08	2,25	2,41	2,69	2,95	3,18
2,31	2,50	2,67	2,99	3,27	3,54
2,54	2,75	2,92	3,29	3,60	3,89
2,78	3,00	3,21	3,59	3,93	4,24
3,24	3,50	3,74	4,18	4,58	4,95
3,47	3,75	4,01	4,48	4,91	5,30
3,70	4,00	4,28	4,78	5,24	5,66
4,17	4,50	4,81	5,38	5,89	6,36
4,64	5,00	5,35	5,98	6,55	7,07
5,09	5,50	5,88	6,57	7,20	7,78
5,55	6,00	6,41	7,17	7,85	8,48
6,02	6,50	6,95	7,77	8,51	9,19
6,94	7,50	8,02	8,96	9,82	10,61
7,87	8,50	9,09	10,16	11,13	12,02
9,26	10,00	10,69	11,95	13,09	14,14
10,18	11,00	11,76	13,15	14,40	15,56
11,11	12,00	12,83	14,34	15,71	16,97
12,50	13,50	14,43	16,14	17,67	19,09
13,89	15,00	16,04	17,93	19,64	21,21
15,74	17,00	18,17	20,32	22,26	24,04
18,05	19,50	20,85	23,31	25,53	27,58
20,37	22,00	23,52	26,29	28,80	31,11
23,14	25,00	26,73	29,88	32,73	35,35
25,92	28,00	29,93	33,47	36,66	39,60
29,16	31,50	33,67	37,65	41,24	44,55

$$Q_2 \sim Q_1 \times \sqrt{\frac{P_2}{P_1}}$$

1 USgal ~ 3,785 l

Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss-Mitarbeitern ableiten, es sei denn, daß diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen des Angemessenen und Zumutbaren Änderungen an ihren Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss-Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Danfoss Interservices GmbH

Burner Components Division

Carl-Legien-Str. 8
63073 Offenbach/Main
Tel.: (069) 8902-0
Fax: (069) 8902 135
www.danfoss-sc.de