

# WAS MAN ÜBER DÜSEN WISSEN SOLLTE

## WAS BEWIRKT EINE DÜSE ?

Die Öl-Zerstäubungs-Düse erfüllt 2 wesentliche Aufgaben innerhalb eines Ölbrenners:

### 1. ZERSTÄUBUNG

Wie gesagt, die Düse beschleunigt den Verdampfungs-Prozess durch Aufbrechen des Öls in winzige Tröpfchen. Einige davon in der Grösse von 10 Mikron bei einem Druck von 7 bar.

Die Ausbreitung der Tröpfchen von einer Gallone bedeckt eine Oberfläche von 17,5 Quadrat-Kilometern.

Einzelne Tröpfchen-Grössen liegen zwischen  $0,002 = 0,05 \text{ mm}$  bis  $0,010 = 0,25 \text{ mm}$ . Die kleineren Tröpfchen sind für eine schnelle ruhige Zündung erforderlich und bilden eine Flammenfront dicht am Brennerkopf. Die grösseren Tröpfchen brauchen länger zur Entzündung und helfen die Brennkammer auszufüllen.

### 2. DURCHFLUSS-BEMESSUNG (Dosierung)

Eine Düse ist so konstruiert und bemessen, dass sie eine bestimmte Menge zerstäubendes Öl in die Brennkammer abgibt innerhalb eines Bereiches von  $\pm 4\%$  des angegebenen Werts.

Dies bedeutet, dass alle Betriebsbedingungen sehr sorgfältig überwacht werden müssen. Es bedeutet ebenfalls, dass Düsen mit vielerlei Durchfluss-Mengen zur Verfügung gestellt werden müssen, um den grossen Bereich der Erfordernisse abzudecken. Unter 5 gph z.B. gibt es über 25 verschiedene Durchsatz-Grössen, und 5 verschiedene Winkel werden als Standard erwartet.

## WIE ARBEITET EINE DÜSE ?

Nachdem wir erfahren haben, was eine Düse zu tun hat, wollen wir nun feststellen, wie sie es tut.

Zuvor jedoch wollen wir anhand eines Schnittmodells die wesentlichen Teile der typischen DELAVAN-Düse kennenlernen (Abb. 2). Die Durchfluss-Menge, der Sprühwinkel und das Zerstäubungsmuster hängen direkt mit der Konstruktion der Tangential-Schlitz, der Wirbelkammer und der Düsen-Bohrung ab.

Zunächst ist eine Kraftquelle (Energie) erforderlich, um das Öl in kleine Tröpfchen aufzubrechen.

Dazu wird der Düse Druck, der von einer durch Motor angetriebenen Pumpe aufgebaut wird, zugeführt (Abb. 1).

Die Druck-Energie alleine kann jedoch noch keine Zerstäubung bewirken. Der Druck muss zunächst in Geschwindigkeits-Energie umgewandelt werden und dies wird bewirkt durch die Umleitung des unter Druck stehenden Öls durch Tangential-Schlitz am Verteilerkopf. Dadurch entsteht unter hoher Geschwindigkeit eine Rotation in der Wirbelkammer. An dieser Stelle ist etwa die halbe Druck-Energie in Geschwindigkeits-Energie umgewandelt.

Auf das Öl wirken Zentrifugalkräfte in der Wirbelkammer und treiben das Öl durch die Düsen-Bohrung, wobei ein Luftkern in der Mitte entsteht und dann verlässt das Öl die Düsen Bohrung in einer Hohltrichter-Form.

Der "Trichter" bildet zunächst einen kegelförmigen Ölfilm, der sich soweit ausdehnt, bis er zerrissen wird und feine Flüssigkeits-Tröpfchen abschleudert (siehe Abb. 4).

## WOZU BRAUCHT MAN DÜSEN ?

Zum besseren Verständnis, wie sich eine Düse in das Gesamtbild eines Ölbrenners einfügt, wollen wir uns vorab die Voraussetzungen für eine wirkungsvolle Verbrennung in Erinnerung rufen.

- Wie alle brennbaren Stoffe muss das Öl zuvor aufbereitet werden, d.h. umgewandelt werden in Zerstäubungsnebel oder Gas, bevor eine Verbrennung stattfinden kann. Im allgemeinen wird dies durch die Anwendung von Wärme erzielt.
- Der Önebel muss mit Luft vermischt werden, um den für die Verbrennung erforderlichen Sauerstoff zur Verfügung zu stellen.
- Die Temperatur dieser Mischung muss über den Zündpunkt ansteigen.
- Ein kontinuierlicher Nachschub von Luft und Öl muss sichergestellt werden für eine fortlaufende Verbrennung.
- Die Verbrennungsstoffe selbst müssen aus der Brennkammer entfernt werden.

Diese Schritte sind für alle Arten von Ölbrennern erforderlich, d.h. dies gilt für Verdampfungs-Brenner, Nieder- und Hochdruck-Brenner und einige Arten von Rotations-Brennern. Der einfachste davon ist der Verdampfungs-Brenner, bei dem Öl in einer Schale zur Entzündung gebracht wird und der Öldampf sich mit der erforderlichen Luft mischt.

In den meisten Fällen ist diese Verdampfungs-Methode zu niedrig für hohe Verbrennungswerte und kann in den unteren Werten nicht geregelt werden. Dies führt uns wieder zurück zu unserer Ausgangsfrage, wozu Düsen eingesetzt werden. Eine der Aufgaben der Düse ist das Öl zu zerstäuben bzw. aufzubrechen in winzige Tröpfchen, die in viel kürzerer Zeit verdampfen, wenn sie hohen Temperaturen ausgesetzt werden.

Diese Beschreibung befasst sich hauptsächlich mit Hochdruck-Zerstäubungs-Düsen, da diese die weiteste Anwendung für Ölheizungen finden.



ABB. 2

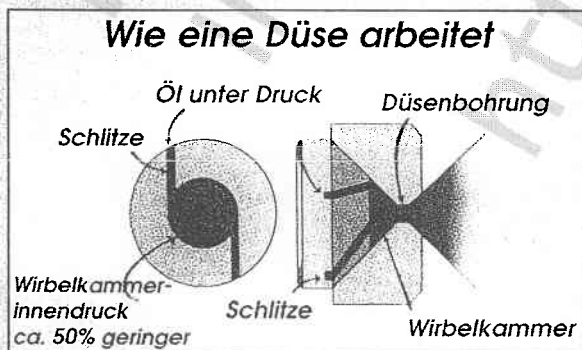


ABB. 1

# WAS MAN ÜBER DÜSEN WISSEN SOLLTE

## WIE WIRKT DER DRUCK AUF DAS DÜSEN-VERHALTEN ?

Normalerweise wird ein Druck von 7 bis 10 bar als ausreichend zur Düsen-Zerstäubung angesehen.

Zur Verdeutlichung beobachten wir die Zerstäubung einer 22 gph-Düse bei verschiedenen Drücken (siehe Abb. 4-6). Bei niederem Druck ist der kegelige Film lang und die aufbrechenden Tröpfchen sind gross und ungleich. Dann, bei ansteigendem Druck, wird der Sprühwinkel besser definiert. Sobald ein stabiles Muster gebildet ist, verändert ein ansteigender Druck den Winkel des Trichterfilms, der sich direkt an der Düsen-Öffnung bildet nicht mehr.

Bei höherem Druck jedoch stellt man fest, dass das Sprühbild der feineren Tröpfchen nach innen schwenkt. Die Ursache ist, dass an diesem Punkt der Luftdruck ausserhalb des Sprühkonus höher ist als in der Mitte.

Der Druck hat jedoch auch noch eine andere Wirkung auf das Düsen-Verhalten. Wie man erwarten sollte, müsste ein Ansteigen des Druckes auch ein entsprechendes Ansteigen des Durchsatzes der Düse bewirken aufgrund der Annahme, dass alle Faktoren gleich bleiben.

Aus der Abb. 3 ist jedoch ersichtlich, dass dies nicht der Fall ist. Ansteigender Druck reduziert auch die Tröpfchen-Grösse innerhalb des Sprühkegels. Z.B. reduziert sich der Tröpfchen-Durchmesser bei Druck-Anstieg von 7 auf 20 bar um etwa 28%.

## DIE WIRKUNG DES DRUCKS AUF DIE DURCHFLUSSMENGE

Drücke in bar	7	8	10	14	17	20
Öl Durchsatz gph	1.00	1.12	1.23	1.41	1.58	1.73

ABB. 3

## DIE WIRKUNG DER VISKOSITÄT AUF DAS DÜSEN-VERHALTEN

Die Öl-Viskosität ist ebenfalls ein wesentlicher Faktor, der das Düsen-Verhalten beeinflusst. Technisch definiert, ist die Viskosität das Mass des Fließwiderstands innerhalb einer Flüssigkeit. Allgemein verständlicher spricht man von der Dicke der Flüssigkeit.

Z.B. kann 1 Liter Heizöl viel schneller aus eine Kanne gegossen werden als 1 Liter Teer. Der Grund dafür ist, dass Teer eine viel höhere Viskosität als Heizöl hat bzw einen grösseren Fließwiderstand.

Seltsamerweise ist das Verhalten an der Düse genau umgekehrt. Wie wir noch sehen werden, steigert sich die Durchsatz-Menge bei höherer Viskosität.

Ein wesentlicher Faktor zur Änderung der Öl-Viskosität ist die Temperatur. Viskosität und Temperatur verhalten sich wie eine Waage (siehe Abb. 7).

Geht die Temperatur zurück, erhöht sich die Viskosität. Nehmen wir z.B. Heizöl EL bei einer Temperatur von 37,8° C dann hat es etwa 2,6 mm<sup>2</sup>/s (cSt).

Geht jedoch die Temperatur auf -7° C zurück, so erhöht sich die Viskosität auf 11 mm<sup>2</sup>/s (cSt).

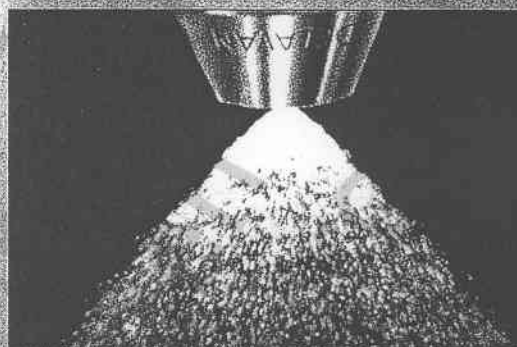
Ein aussen liegender Vorratsbehälter kann kaltes Öl enthalten und kaltes Öl kann zu Problemen führen. Dabei wird sich folgendes ereignen:

Das dicke Öl fliesst innerhalb der Düse und durch die Schlitz in die Wirbelkammer. Da es jedoch dicker ist, verringert sich die Rotations-Geschwindigkeit in der Wirbelkammer. Dies verursacht ein Verdicken der Trichterwände beim Verlassen der Düsen-Bohrung und so liefert die Düse tatsächlich mehr Brennstoff und grössere Tröpfchen. Die Folge ist, dass die Flammenfront sich vom Brennerkopf abhebt. In schlimmen Fällen kann die Zerstäubung so schlecht sein, dass das Öl sich nicht entzündet und/oder, wenn es entzündet, entwickelt es eine lange, enge und geräuschvolle Flamme.



5 BAR

ABB. 4



10 BAR

ABB. 5



20 BAR

ABB. 6

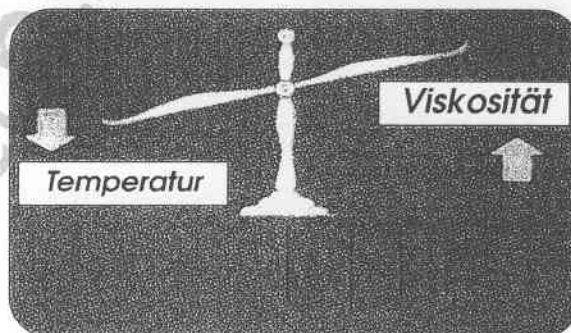


ABB. 7

Temperatur ° C	38	27	-1	-7
Viskosität mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2.6	3.2	8	11

# WAS MAN ÜBER DÜSEN WISSEN SOLLTE

Obleich solche Situationen nicht oft vorkommen, ist es gut zu wissen, wie man das Problem angeht und eine Lösung dagegen findet.

In einigen Fällen haben Kundendienste herausgefunden dass eine Erhöhung des Pumpendrucks Verbesserung bringt. Da jedoch erhöhter Pumpendruck auch eine höhere Durchfluss-Rate bewirkt, ist empfehlenswert, die nächste kleinere Düsen-Grösse zu wählen. Nach der Zündung der Flamme wirkt sie wie ein Ölvorwärmer und das Viskositäts-Problem hört nach 10-15 Min. auf. Der Brenner kann mit dieser Einstellung ohne Schaden für die Pumpe belassen werden.

## WAS BEEINFLUSST DIE TRÖPFCHEN-GRÖSSE ?

Vielfach wird angenommen, dass die kleinst-möglichen Tröpfchen für alle Anwendungen am meisten erstrebenswert seien.

Für einige Fälle kann es zutreffen; doch gilt es nicht für die ganze Anwendungsbreite.

Im allgemeinen gilt als erstrebenswertes Ziel eine Tröpfchen-Grösse und eine Zerstäubung zu finden, die die ruhigste und wirkungsvollste Verbrennung sicherstellt und dies sind einige der hauptsächlichen Faktoren, die die Tröpfchen-Grösse beeinflussen:

- Düsen mit grösserem Durchsatz erzeugen im allgemeinen grössere Tröpfchen, vorausgesetzt, der Druck, die Öl-Eigenschaften und der Zerstäubungs-Winkel bleiben die gleichen.  
Eine 10 gph-Düse z.B. erzeugt grössere Tröpfchen als eine 5 gph-Düse.  
Dies ist eines der Gründe, weshalb in manchen Brennern Doppel-Düsen für eine bessere Verbrennung zum Einsatz kommen.
- Grosser Düsen-Winkel. Je breiter der Düsen-Winkel desto kleiner die Tröpfchen-Grösse.
- Hohe Viskosität, also dickflüssiges Öl, erzeugt grössere Tröpfchen im Sprühbild bei gleichem Druck.
- Höherer Zerstäubungsdruck reduziert die Tröpfchen-Grösse.

## WIE BEEINFLUSST LUFTÜBERSCHUSS DAS DÜSENVERHALTEN ?

Überschüssige Luft im System kann zu Fehlern führen. Natürlich muss ein Brenner für ein gutes Öl-/Luft-Gemisch ausreichend Luft zuführen, um eine vollständige rauchfreie Verbrennung sicherzustellen.

Unglücklicherweise wird bei steigendem Luftüberschuss die Wärme-Übertragung reduziert.

Ein sorgfältiger Ausgleich zwischen dem Rauchproblem (verursacht durch ungenügenden Luftüberschuss) und reduzierter Wärme-Übertragung (aufgrund übermässigem Luftüberschuss), muss erzielt werden.

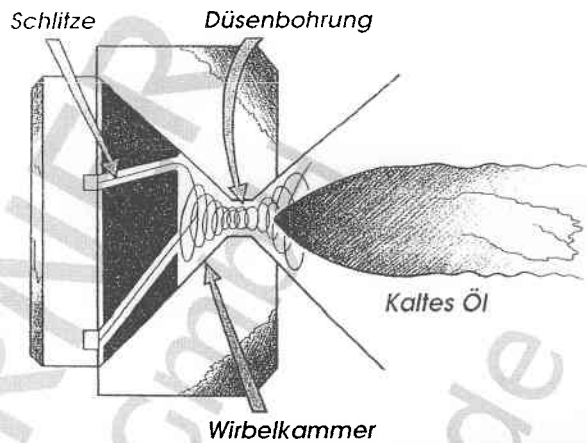
Auch ein Luftleck im System führt zu einem Wirkungsgradverlust. Es kühlt die Verbrennungsgase ab, vermindert deren Temperatur und führt zu einem Anstieg der Abgastemperatur.

## WIE BEMISST MAN DIE DURCHFLUSS-MENGE ?

Hochdruck-Ölzerstäubungs-Düsen werden in vielerlei Durchfluss-Grössen angeboten, so dass keine Notwendigkeit für speziell kalibrierte Düsen erforderlich ist.

Allgemein gilt, dass zur Kesselwasser- oder Warmluft-Bereitung die kleinste Durchsatz-Rate, die ein Haus am kältesten Tag ausreichend erwärmt, als die richtige Grösse gilt und auch als die wirtschaftlichste.

Eine andere Richtlinie ist die Durchfluss-Menge so zu wählen, dass sie eine vernünftige Abgas-Temperatur unabhängig von der Kessel-Belastung sicherstellt.



Hohe Viskosität, also dickflüssiges Öl.

## ABHÄNGIGKEITEN: Beispiel Heizöl EL

TEMPERATUR	VISKOSITÄT	ÖLDURCHSATZ
wärmer	= dünner	= weniger !
kälter	= dicker	= mehr !
als 20° C	als 3 mm <sup>2</sup> /s	als Düsenangabe