

Ölverbrennungstechnik für Gegenwart und Zukunft

# Auch künftig aktuell

Oliver Specht\*

*Vor allem die wirtschaftliche und unabhängige Wärmeversorgung stellt aufgrund der niedrigen Heizölpreise und der Unabhängigkeit von öffentlichen Energieversorgern ein klares Vorteilsargument der Ölheizung gegenüber der Gasheizung dar. Durch konsequente Fortentwicklung der Ölverbrennungstechnik kann sich die Ölheizung zudem als umweltschonende Wärmezeugungstechnik für die Zukunft präsentieren.*

**B**ei der Konzeption eines Öl-Gebläse-brenners – bezogen auf künftige und aktuelle Anforderungen – stehen Betriebssicherheit und Wartungsfreundlichkeit nach wie vor an erster Stelle. Denn gerade die Vorteilsargumente einer Ölheizung wie unabhängige, robuste und sichere Betriebsweise müssen sich auch bei der zukünftigen Entwicklung der Ölfeuerungstechnik wiederfinden. Robustheit, sprich Betriebssicherheit heißt, daß die Störanfälligkeit sowohl beim Brennerstart als auch während des kontinuierlichen Verbrennungsprozesses minimiert wird. Bei der Wartungsfreundlichkeit kommt es insbesondere auf einen „durchdachten“ Aufbau der Brennerkomponenten an. Serviceintensive Bauteile müssen schnell und gezielt erreichbar sein.

\* Dipl.-Ing. (FH) Oliver Specht, Buderus Heiztechnik, 35576 Wetzlar, Telefax (0 64 41) 4 18 16 33



**Bild 1** Moderne Ölheizkesselunit mit aufgesetztem Speicher-Wassererwärmer

## Weitere Anforderungen an Öl-Gebläseebrenner

Während der vergangenen Jahre hat sich neben den genannten Punkten die Reduzierung der Schadstoffemissionen und der Geräuschbelastigung als neue Herausforderung für die Brennerhersteller entwickelt. Sowohl der Gesetzgeber als auch Förderprogramme forcieren eine umweltschonende Technologieentwicklung im kleinen und mittleren Leistungsbereich. Hauptsächlich betroffen sind die Schadstoffe  $\text{NO}_x$  und  $\text{CO}$ . Die Geräuschemissionen gewinnen aus Endkundensicht stärker an Bedeutung. Ausgehend von der leichten und kostenoptimierten Bauweise moderner Neubauten ist eine geräuscharme Verbrennungstechnik und somit die reduzierte Übertragung von Körperschall eine wichtige Entwicklungsanforderung. Beim Öl-Gebläseebrenner sind zwei Geräuschquellen zu unterscheiden. Zum einen wird der Schall ausgehend von intensiven Verbrennungsreaktionen von der Brennkammer über die Abgasleitungen übertragen. Die Geräuschemissionen können hierbei entweder durch eine schalloptimierte Verbrennung mit wenig Energie-

dichten und durch einen entkoppelten Abgasweg vermindert werden. Zum anderen erzeugt das Brennergebläse Geräusche, die direkt im Aufstellraum wahrgenommen werden. Hier kann eine Brennerschall-dämmhaube und der Einsatz von Ansaugschalldämpfern die Schallemissionen reduzieren.

Schließlich darf auch der Energieverbrauch der Brennerkomponenten nicht vernachlässigt werden. Der Verbrauch an elektrischer Antriebsenergie von Gebläse, Ölvorwärmer und Ölpumpe ist sowohl aus ökologischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht in die Bewertung mit einzubeziehen.

## Schadstoffreduzierung im Blickpunkt

Während der Verbrennungsreaktion von Heizöl mit Verbrennungsluft entstehen Schadstoffe durch eine Vielzahl von unterschiedlichen Verbrennungsprozessen. Von besonderer Bedeutung sind dabei die zu den Schadstoffen zählenden Stickoxide. Diese bestehen aus  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  und  $\text{N}_2\text{O}$  und werden zusammengefaßt als  $\text{NO}_x$  bezeichnet.  $\text{NO}_x$  wird aus der Reaktion von Stickstoff



**Bild 2** Niedertemperatur-Gußheizkessel Logano G115 mit Blaubrenner Logatop BE

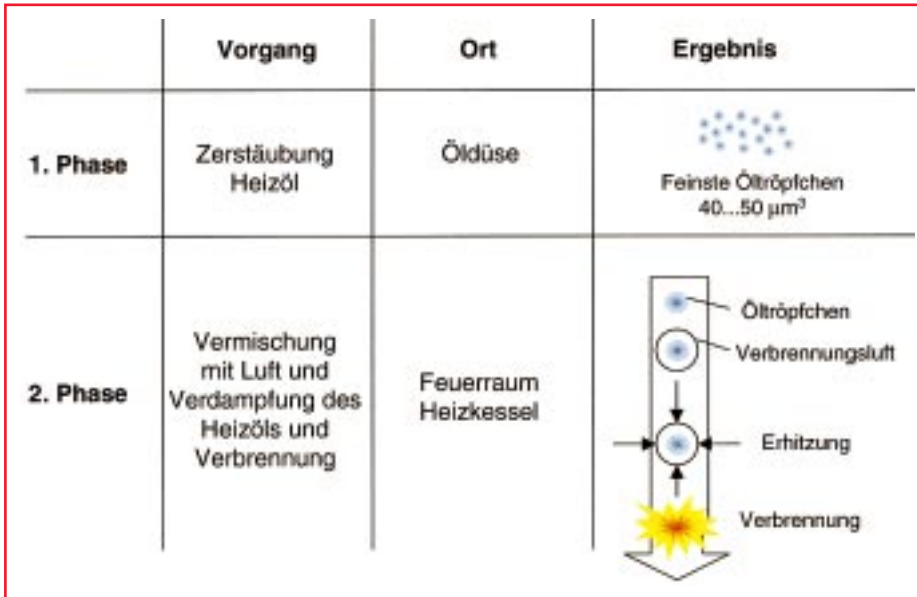


Bild 3 *Verbrennungsablauf Gelbbrenner*



Bild 4 *Flammbild Transparentbrenner Logatop TE*

und Sauerstoff gebildet. Dabei reagiert der Sauerstoff sowohl mit dem Stickstoff aus dem Heizöl als auch aus der Verbrennungsluft. Der Stickstoffanteil, der durch das Heizöl in den Verbrennungsprozeß gelangt, wird nahezu vollständig in Stickoxid umgewandelt. Wobei der Luft-Stickstoff im wesentlichen bei Verbrennungstemperaturen größer 1300 °C mit Sauerstoff reagiert. Die Heftigkeit der NO<sub>x</sub>-Bildung ist abhängig von der Konzentrationsdichte der Sauerstoffatome (Partialdruck) und der Verweilzeit der Luft in den Temperaturzonen größer 1300 °C. Die Kohlenmonoxidemission ist ein Zeichen für unvollständige Verbrennung aufgrund von Luftmangel oder zu frühem Abkühlen der Flamme. Gerade örtlicher Luftmangel, bedingt durch ungenügende Gas-Luft-Gemischbildung, ist oft die Hauptursache für eine CO-Bildung. Aber auch zu hoher Luftüberschuß mit  $\lambda > 1,5$  fördert die CO-Bildung durch zu starke Abkühlung der Flamme.

Ähnlich wie Kohlenmonoxid entsteht Ruß bei unvollständiger Verbrennung. Unter Ruß versteht man den unverbrannten, fast reinen Kohlenstoff. Speziell beim Anfahrvorgang von Ölbrennern ist die Gefahr der Rußentwicklung groß, da die Verbrennungstemperaturen noch relativ niedrig sind und damit der Verbrennungsprozeß gehemmt wird. Die Rußpartikel lagern sich an Brennkammerwänden ab und verschlechtern so die Wärmeübertragung. Zur Reduzierung der Schadstoffe NO<sub>x</sub> und CO bzw. Ruß muß also eine stabile Verbrennung gewährleistet werden, bei der Temperaturzonen mit zu hohen und zu niedrigen Temperaturwerten vermieden werden.

### Technologieentwicklung der Öl-Gebläsebrenner

Bei der Verbrennung von Öl dominieren heute zwei prinzipielle Techniken: Gelb- und Blaubrenner.

#### Gelbbrenner-Technologie

Ausgehend von dem Grundprinzip der Öl-druckzerstäubung werden beim herkömmlichen

Brenner, auch Gelbbrenner genannt, die feinen Öltröpfchen mit der Verbrennungsluft vermischt und unter Rückführung heißer Heizgase verdampft. Die Verdampfungstemperatur von Heizöl liegt zwischen 160 und 380 °C, wogegen sich das Heizöl-Luft-Gemisch schon bei 230 °C entzündet. Daher kann bei diesem Verfahren vor dem Verbrennungsprozeß (Entzündung) keine vollständige Verdampfung erreicht werden und es bleibt zwangsweise ein Rest unverbrannter Kohlenstoffanteil in Form von Rußpartikeln zurück (gelbe Flamme, siehe Bild 3). Außerdem ist die Rezirkulationsrate der Heizgase aufgrund des zu niedrigen Unterdrucks (Injektorwirkung) der einströmenden Verbrennungsluft gering. Bild 4 zeigt das Verbrennungsprinzip anhand der zwei charakteristischen Phasen. Um die NO<sub>x</sub>-Emission der konventionellen Gelbbrennertechnik der neuen gesetzlichen Anforderung (BImSchV'98) anzupassen, setzt man heute ein sogenanntes Rezirkulations-

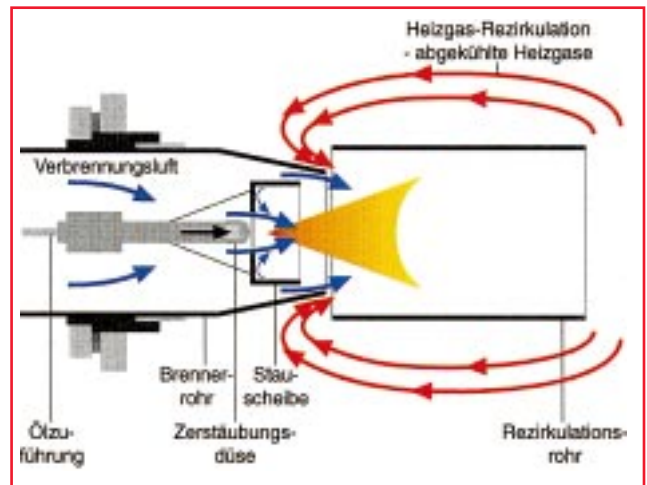


Bild 5 *Funktionsablauf Transparentbrenner Logatop TE*

rohr vor den Brennerkopf. Durch das Rezirkulationsrohr werden abgekühlte Heizgase in die Flammenzone zurückgeführt und der Flammenkern auf unter 1300 °C gekühlt (Bild 5).

Ein weiteres Charakteristikum des Gelbbrenners ist die Stabilisation der Verbrennungsreaktionen über die Stauscheibe im Brennerkopf. Eine Bedingung für die Stabilität ist die Herstellung des Gleichgewichtes zwischen Strömungs- und Flammengeschwindigkeit. Die Stauscheibe bewirkt eine Erhöhung der Geschwindigkeit der einströmenden Verbrennungsluft durch Verringerung der durchströmten Fläche (ähnlich wie bei einer Blende). Hinter der Stauscheibe fällt die Geschwindigkeit stark ab, so daß sich bei identischer Strömungs- und Flammengeschwindigkeit die Flammenfront bilden kann. Gelbbrenner arbeiten

mit einem Gebläsedruck von ca. 3–6 mbar, wodurch die Strömungsgeschwindigkeit und damit auch der Unterdruck hinter der Staubscheib begrenzt ist (Bild 5).

## Blaubrenner-Technologie

Im Gegensatz zur Gelbbrennertechnologie kann durch die Verbrennungstechnik beim Blaubrenner das Öl vollständig verdampft werden. Die Verbrennungsluft wird über eine Luftblende mit hohem gebläseseitigen Druck (ca. 10 mbar) in einzelne Luftstrahlen aufgeteilt. Durch die hohe Injektorwirkung dieser Luftstrahlen werden heiße Heizgase direkt aus der Verbrennungszone an die Zerstäuberdüse herangeführt. Das fein zerstäubte Heizöl wird vollständig verdampft und erst anschließend mit der einströmenden Verbrennungsluft vermischt. Es entsteht ein äußerst homogenes Gas-Luftgemisch, was jetzt rückstandslos verbrennen kann. Die charakteristische blaue Flamme beweist, daß es sich ähnlich wie bei der Gasverbrennung um einen sehr sauberen Verbrennungsprozeß handelt (Bild 6). Das aufgesetzte Brennrohr führt einen Teil der abgekühlten Heizgase aus dem Brennraum in den Flammenkern zurück. Die Rezirkulation senkt die Verbrennungstemperatur merklich ab. Sowohl durch die homogene Gas-Gemischbildung (keine Temperaturspitzen innerhalb der Verbrennungszone)

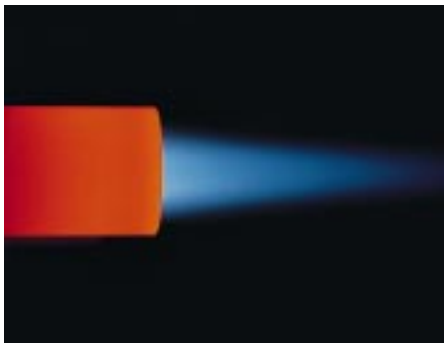


Bild 6 Flammenbild Blaubrenner Logatop BE

	Vorgang	Ort	Ergebnis
1. Phase	Zerstäubung Heizöl	Öldüse	Feinste Öltröpfchen 40...50 $\mu\text{m}^3$
2. Phase	Verdampfen der Öltröpfchen durch Rezirkulation von Heizgasen	Nach Austritt Öldüse	Heizöl in Gasform
3. Phase	Homogene Vermischung mit Verbrennungsluft	Anfang Brennrohr	Homogenes Gasluftgemisch
4. Phase	Verbrennung	Brennrohr	Verbrennung

Bild 8 Verbrennungsablauf Blaubrenner

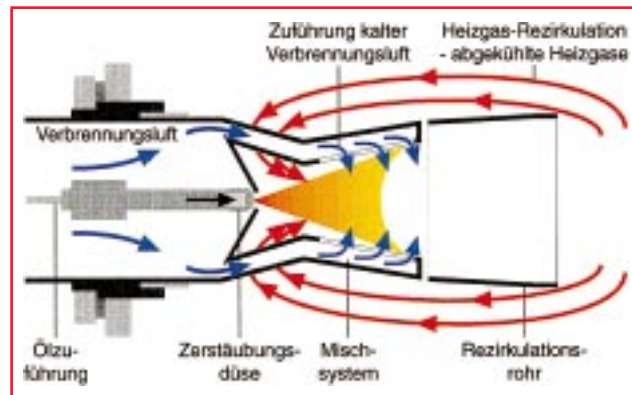


Bild 9 Funktionsaufbau Logatop OE-Brenner

als auch aufgrund der niedrigen Verbrennungstemperaturen wird die  $\text{NO}_x$ -Emission stark reduziert. Die Rußbildung wird im stationären Betrieb durch die sehr gute Vermischung von Verbrennungsluft und Öl verhindert (Bild 6). Der Verbrennungsprozeß wird bei der Blaubrennertechnik durch die stark ausgeprägte axiale

Strömung innerhalb des Brennerrohres stabilisiert. Daher ist es wichtig, daß die Luftstrahlen einen gleichmäßigen und stabilen Charakter aufweisen. Dies wird mit Hilfe eines Lochblechs gewährleistet, das die Verbrennungsluft vor der Anströmung der Luftblende beruhigt (Bild 7). Ein weiterer Effekt der Luftstrahlen ist die Aufteilung des Verbrennungsprozesses in Einzel-

zelflammen mit einer spezifisch geringeren Energiedichte. Dadurch werden die Schallemissionen wesentlich reduziert. Die vier oben genannten Phasen der Verbrennung sind in Bild 8 dargestellt. Der drallstabilisierte Brenner zeichnet sich durch eine starke Durchmischung der Verbrennungsluft mit dem Brennstoff durch den Dralleffekt aus. Nach dem Blaubrennerprinzip werden die Öltröpfchen durch die rezirkulierenden Heizgase vollständig verdampft (Bild 9). Mit steigender Drallstärke vergrößert sich die innere Rezirkulation von heißen Verbrennungsgasen und die äußere Rezirkulation von kühlen Abgasen. Die Verbrennungsluft wird nicht durch eine axiale, sondern durch eine tangentielle Geschwindigkeitskomponente geführt. Dadurch ergibt sich eine breite Flammenhülle

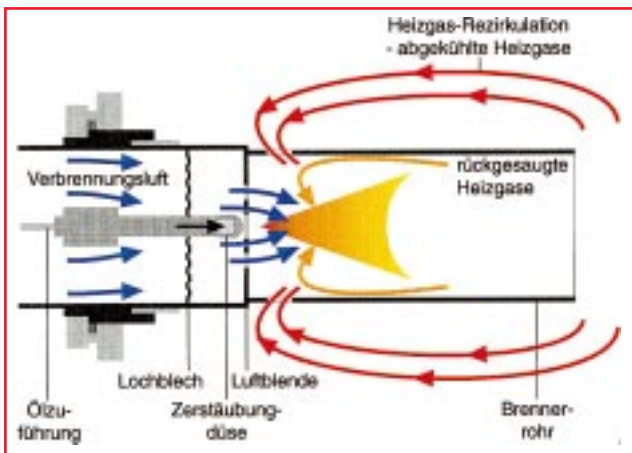


Bild 7 Funktionsaufbau Logatop BE-Brenner

(Bild 10), die einen sehr homogenen Verbrennungsprozeß bewirkt. Neben einer starken Reduzierung der Schadstoffe  $\text{NO}_x$ , CO und Ruß (rußfrei) werden hohe Energiespitzen vermieden und Schallemissionen stark reduziert.

### **Und wie geht es weiter?**

Die Technik der Ölverbrennung hat sich durch eine Vielzahl von Innovationssprüngen zu einer sauberen Verbrennungstechnik entwickeln können. Spitzenprodukte haben heute ein Niveau in bezug auf Schadstoffreduzierung erreicht, das nur schwer mit vertretbaren Aufwendungen und Anstrengungen zu übertreffen ist. Das Rennen um das Verhältnis von Entwicklungsergebnissen zu Entwicklungsaufwendungen wird immer mehr zu Lasten der Aufwendungen entschieden. Das bedeutet, für minimale Verbesserungen müssen immer größere Entwicklungsschritte erfolgen.

Neben der weiteren Optimierung der Betriebssicherheit und der Wartungsfreundlichkeit der neuen Brennergenerationen wird vor allem die Bearbeitung neuer Anwendungsfelder für die Ölbrennertechnik forciert. Ölbrenner für den modulierenden Betrieb im unteren Leistungsbereich und für Verbrennungsprozesse auf engstem Raum (Wandheizkessel) stellen eine neue Herausforderung dar. Dabei müssen die neu zu entwickelnden Technologien den heute sehr hochgesteckten Anforderungen genügen. Gerade die Punkte Schadstoff- und Geräuschreduzierung werden bei ölbefeuerten Wandheizkesseln eine große Rolle spielen.



**Bild 10** *Flammenbild Logatop OE-Brenner*