

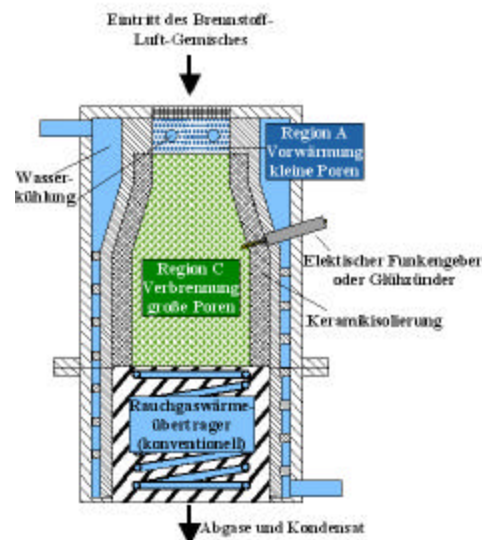
Porenbrenner für den Haushaltsbereich

Konzept:

Im Gegensatz zu herkömmlichen Verbrennungsprozessen reagiert das Brennstoff-Luft-Gemisch bei der Porenbrennertechnologie nicht mehr als frei Flamme ab, vielmehr vollzieht sich die Verbrennung innerhalb der dreidimensional angeordneten Hohlräume eines porösen inerten Mediums. Dadurch ergibt sich ein völlig anderes Erscheinungsbild der Flamme.



Um in einem porösen Medium ein vorgemischtes Brennstoff-Luft-Gemisch stationär abbrennen zu können, wurde am LSTM-Erlangen die nebenstehend dargestellte konstruktive Grundausführung von Porenbrennern mit Wärmeübertrager entwickelt. Der Porenbrenner mit integriertem Wärmeübertrager ist unterteilt in eine Zone A, in der aufgrund kleiner Porengrößen keine Flammenausbreitung stattfinden kann und lediglich eine Vorwärmung des Brennstoff-Luft-Gemisches erfolgt. In der folgenden Zone C stabilisiert sich die Verbrennung. Diese Zone C ist in radialer Richtung mit einer Keramikisolierung möglichst geringer Wärmeleitung ausgekleidet, um ein lokales "Einfrieren" der Verbrennung und eine damit verbundene erhöhte CO-Bildung an den gekühlten Wänden des Brennraumes zu vermeiden.



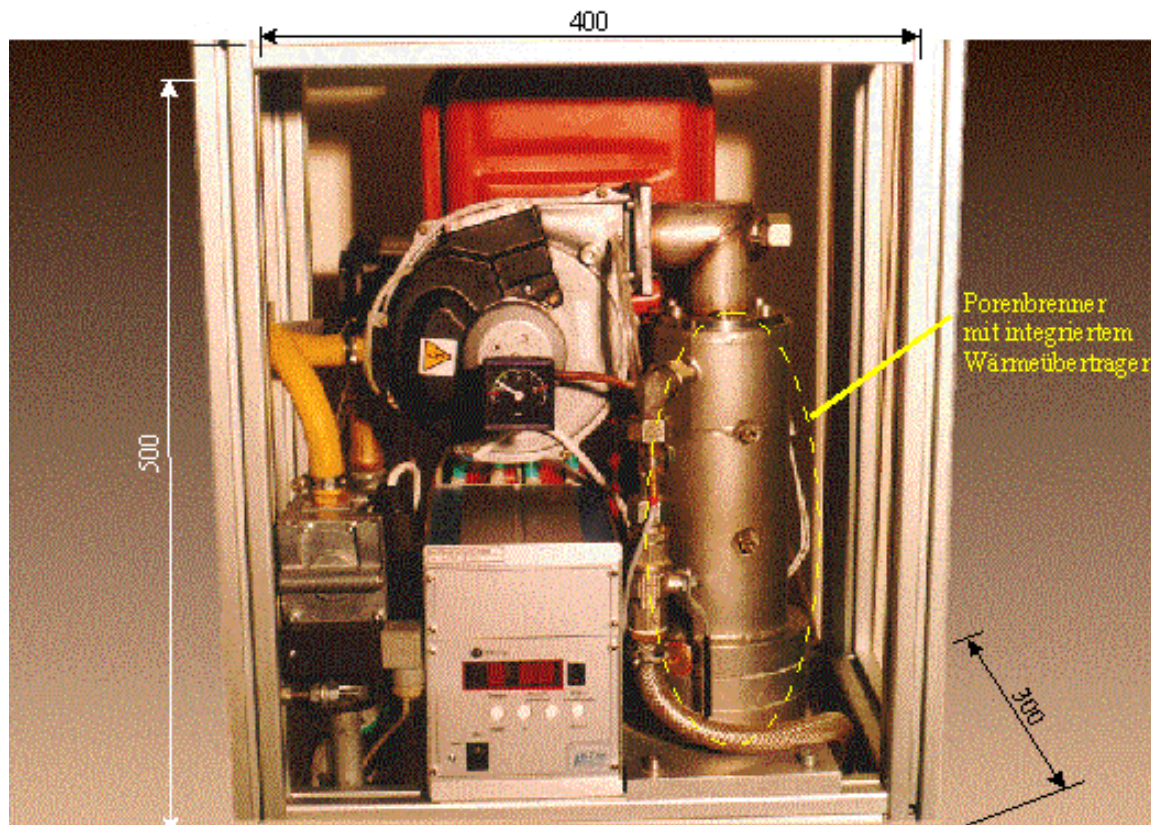
An die Verbennungsregion C schließt sich in Strömungsrichtung eine Region an, die ausschließlich zur Übertragung der Verbrennungswärme an den Wasserkreislauf dient. Diese Region kann mit porösem Material gefüllt sein und gewährleistet eine Wärmeübertragung, die groß genug ist, um den im Abgas enthaltenen Wasserdampf auszukondensieren. Durch diese Kondensation wird zusätzlich die latente Wärme des Dampfes nutzbar gemacht. Zusätzlich zum Wärmeübertrager wird ein Teil der Wärme an einen mit Wasser gekühlten Doppelmantel abgeführt. Um dem kondensierten Wasser die Möglichkeit zu geben, frei abzufließen, wird das Brenner-Wärmeübertrager-System gaseseitig von oben nach unten durchströmt.

Die Vorteile des Porenbrenners sind:

- Hohe stufenlose Leistungsmodulation mit Werten bis 1:20 gegenüber 1:3 bei heutigen Brennern
- Hohe Leistungsdichte, d.h. kleine Bauformen die etwa 1:10 kleiner ausfallen können als heutige Einheiten gleicher Leistung.
- Niedrige Emissionsraten, bei $\text{CO} < 7 \text{ mg/kWh}$ und bei $\text{NO} < 30 \text{ mg/kWh}$
- Stabile Verbrennung im Bereich von $\varphi = 1,1$ bis $1,9$ für CH_4 / Luftgemische

12 kW Porenbrenner für den Haushaltsbereich (Ausstellungsgerät)

Die aus dem Porenbrennerkonzept resultierenden hohen Flächenbelastungen von bis zu 4 MW/m² ermöglichen den Bau von Porenbrennern für den Haushaltsbereich mit nur einem Zehntel der Baugröße eines typischen auf dem Markt befindlichen Brenners mit vergleichbarer thermischer Leistung. Ausgehend von den verschiedenen Brennerprototypen wurde bereits ein sehr kompakter, auf dem Konzept der Verbrennung in porösen Medien basierender gebläseunterstützter Gas-Wassererhitzer entwickelt, der an die Eigenschaften der Porenbrennertechnik angepaßt ist und gleichzeitig deren Vorteile ausnutzt (siehe unten stehendes Bild).



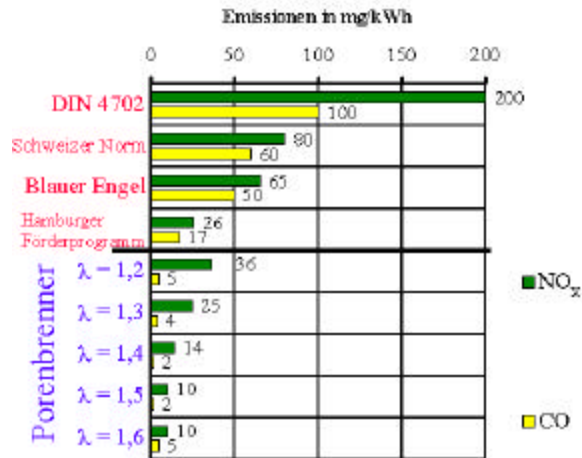
Unter Berücksichtigung der zugehörigen Peripherie hierzu zählen Steuer- und Regelgeräte, Pumpe, Gebläse, Ausdehnungsgefäß, Rohrleitungen u. v. a. m. ist es möglich, komplette Geräte, die um einen Faktor 2 kleiner sind als marktgängige Systeme, zu bauen. Der Modulationsbereich liegt zwischen 1.5 kW und 12 kW.

Anmerkung:

Dieses Ausstellungsgerät entspricht in seiner Ausführung nicht den Geräten die letztlich in Serie gehen werden. Diese Serien Geräte werden hinsichtlich Fertigung, Wartung und Montage noch optimiert und unterscheiden sich daher in ihrem Erscheinungsbild sicherlich von diesem Ausstellungsgerät.

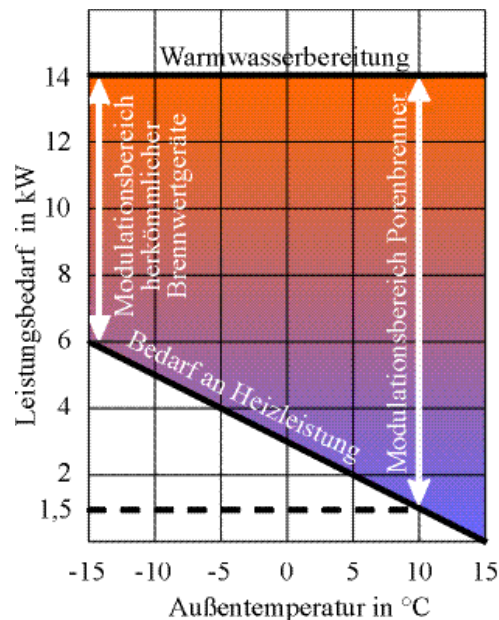
Schadstoffemission

Wie in der folgenden Abbildung exemplarisch für einen 12-kW-Porenbrenner-Wärmeübertrager-Prototypen gezeigt wird, unterschreiten insbesondere die CO-Normemissionsfaktoren bereits im Entwicklungsstadium bei weitem alle zur Zeit gültigen Grenzwerte für die Haushaltsheiztechnik bei gleichzeitiger ebenfalls geringer Stickoxidproduktion, wobei in Zukunft durch eine Optimierung des Porenkörpermaterials auch noch eine weitere Reduktion der Stickoxidwerte erreicht werden soll.



Leistungsbereich

Einer der entscheidendsten Vorteile der Porenbrennertechnik für den Haushaltsbereich im Vergleich zu herkömmlichen Brennertechniken ist die große Modulierbarkeit. In einem Einfamilienwohnhaus, errichtet nach der Wärmeschutzverordnung von 1995, liegt der Gesamtheizwärmebedarf bei 6 bis 8 kW. Unter Berücksichtigung des minimalen Warmwasserkomforts wird die Wärmeerzeugerleistung jedoch an den Warmwasserbedarf angepaßt. Damit ergibt sich die Größe des Wärmeerzeugers für ein Einfamilienhaus mit 12 bis 14 kW. Für die Beheizung ist jedoch nur an sehr wenigen Tagen im Jahr die höchste Leistung von ca. 6 kW nötig (bei -15 °C Außentemperatur). In der Übergangszeit, die den größten Teil des Jahres ausmacht, wird entsprechend weniger Heizleistung benötigt. Je geringer also die benötigte Heizleistung ist, desto höher muß die Leistungsmodulation des Brenners sein.



Beschreibung der Gemischbildung und der Regelung

Bei den meisten konventionellen Geräten liegt die minimale Modulationsgrenze jedoch bei etwa 6 kW, so daß diese fast ausschließlich intermittierend betrieben werden können, wobei mit den häufigen Anfahrvorgängen hohe Emissionswerte verknüpft sind. Die entscheidende Forderung modulierender Brennertechnik konnte mit dem Porenbrenner realisiert werden, wobei es in einem weiteren Entwicklungsschritt das Ziel war, auch die Regelungs- und Steuerungskomponenten an diese hohe Dynamik anzupassen. Dabei bestand die Schwierigkeit, daß am Markt vorhandene Peripherieaggregate für Haushaltsheizungen in der Regel für eine Nennleistung von mindestens 5 kW ausgelegt sind und den Modulationsvorteil der Porenbrennertechnik vor allem bei kleinen Nennleistungen nicht ausnutzen können. Bei dem entwickelten Konzept erfolgt die Vorgemischbildung in einem Gebläse, wodurch über dem gesamten Leistungsbereich hohe Mischgüten und damit

niedrige Schadgasemissionen erreicht werden. Die Gaszufuhr erfolgt mittels eines Gleichdruckreglers, der als sogenannter Nulldruckregler arbeitet. Diese Möglichkeit der pneumatischen Regelung erlaubt es, die vom Porenbrennerprinzip resultierende hohe Modulation zu fahren. Wegen der so erreichten Modulation können die häufigen An- und Abschaltphasen und damit verbundenen hohen Schadstoffemissionen vermieden werden. Ein wichtiges Ziel der Entwicklung war es auch, den elektrischen Energieverbrauch des Gerätes möglichst gering zu halten. Aus diesem Grund geschieht die Leistungseinstellung des Brenners mittels Gebläsedrehzahl. Dies hat den Vorteil, daß die Leistung des Gebläses jeweils an die Brennerleistung angepaßt wird, was bedeutet, daß bei niedrigen Brennerleistungen auch das Gebläse mit kleiner Leistung arbeitet, wodurch der Stromverbrauch herabgesetzt wird. Ebenfalls an die Leistung des Brenners angepaßt ist die Umwälzpumpe für das Kreislaufwasser. Durch diese beiden Maßnahmen reduzieren sich zusätzlich die CO₂-Emissionen am Ort der Erzeugung elektrischer Energie. Bei dem entwickelten Konzept erfolgt die Vorgemischbildung in einem Gebläse, wodurch über dem gesamten Leistungsbereich hohe Mischgüten und damit niedrige Schadgasemissionen erreicht werden. Die Gaszufuhr erfolgt mittels eines Gleichdruckreglers, der als sogenannter Nulldruckregler arbeitet. Diese Möglichkeit der pneumatischen Regelung erlaubt es, die vom Porenbrennerprinzip resultierende hohe Modulation zu fahren. Wegen der so erreichten Modulation können die häufigen An- und Abschaltphasen und damit verbundenen hohen Schadstoffemissionen vermieden werden. Ein wichtiges Ziel der Entwicklung war es auch, den elektrischen Energieverbrauch des Gerätes möglichst gering zu halten. Aus diesem Grund geschieht die Leistungseinstellung des Brenners mittels Gebläsedrehzahl. Dies hat den Vorteil, daß die Leistung des Gebläses jeweils an die Brennerleistung angepaßt wird, was bedeutet, daß bei niedrigen Brennerleistungen auch das Gebläse mit kleiner Leistung arbeitet, wodurch der Stromverbrauch herabgesetzt wird. Ebenfalls an die Leistung des Brenners angepaßt ist die Umwälzpumpe für das Kreislaufwasser. Durch diese beiden Maßnahmen reduzieren sich zusätzlich die CO₂-Emissionen am Ort der Erzeugung elektrischer Energie.

Diese Beschreibung wurde aus Veröffentlichungen des Lehrstuhles für Strömungsmechanik für die Ausstellung der Porenbrennertechnik in den Geschäftsräumen der Firma Dirsch zusammengestellt.