

PyrlInno: Kleinstbrenner auf Basis flüssiger Brennstoffe im Leistungsbereich 1 kW bis 8 kW – Ergebnisse der Demonstrationsversuche

Sabine Ausmeier, Antonio Delgado, Franz
von Issendorff, Jovan Jovanovic, Vojislav Jovicic,
Branimir Karic, Leszek Kulisiewicz, Alexander Mach

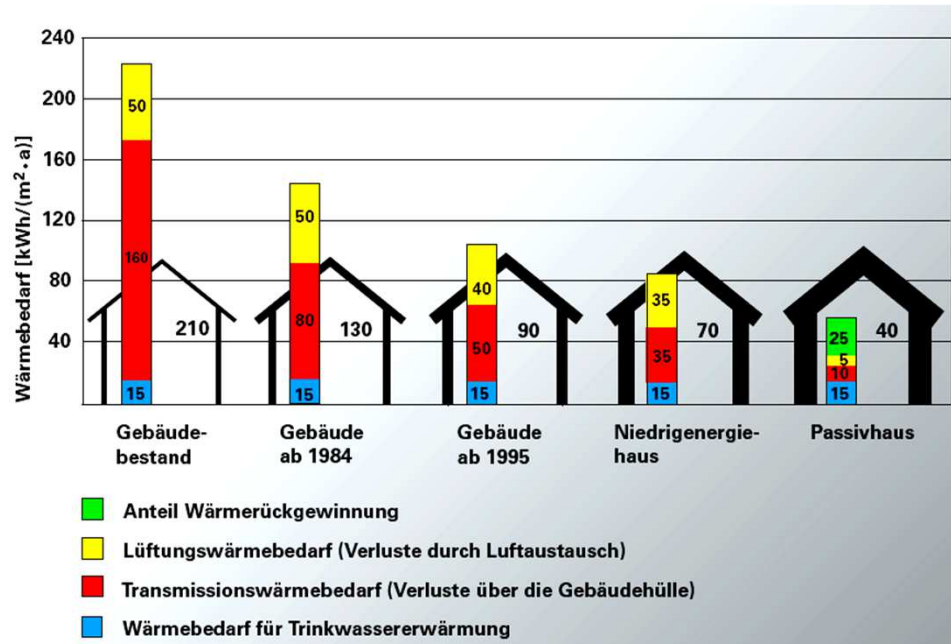
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Strömungsmechanik

ERCOFTAC Technologietag, Stuttgart, 16. Oktober 2009

Inhalt

- Motivation
- Konzept des Heizungssystems
- Entwicklung des Kleinstbrenners
- Entwicklung und Charakterisierung des Luftheizungssystems
- Feldversuche in der Wintersaison 2008 / 2009
- Zusammenfassung

Energiebedarf von Hausenergiezentralen



Änderung des Energiebedarfs für Hausheizungssysteme:

z. B. 120 m²

Gebäudebestand 1984: 2600 I_{HEL}/a

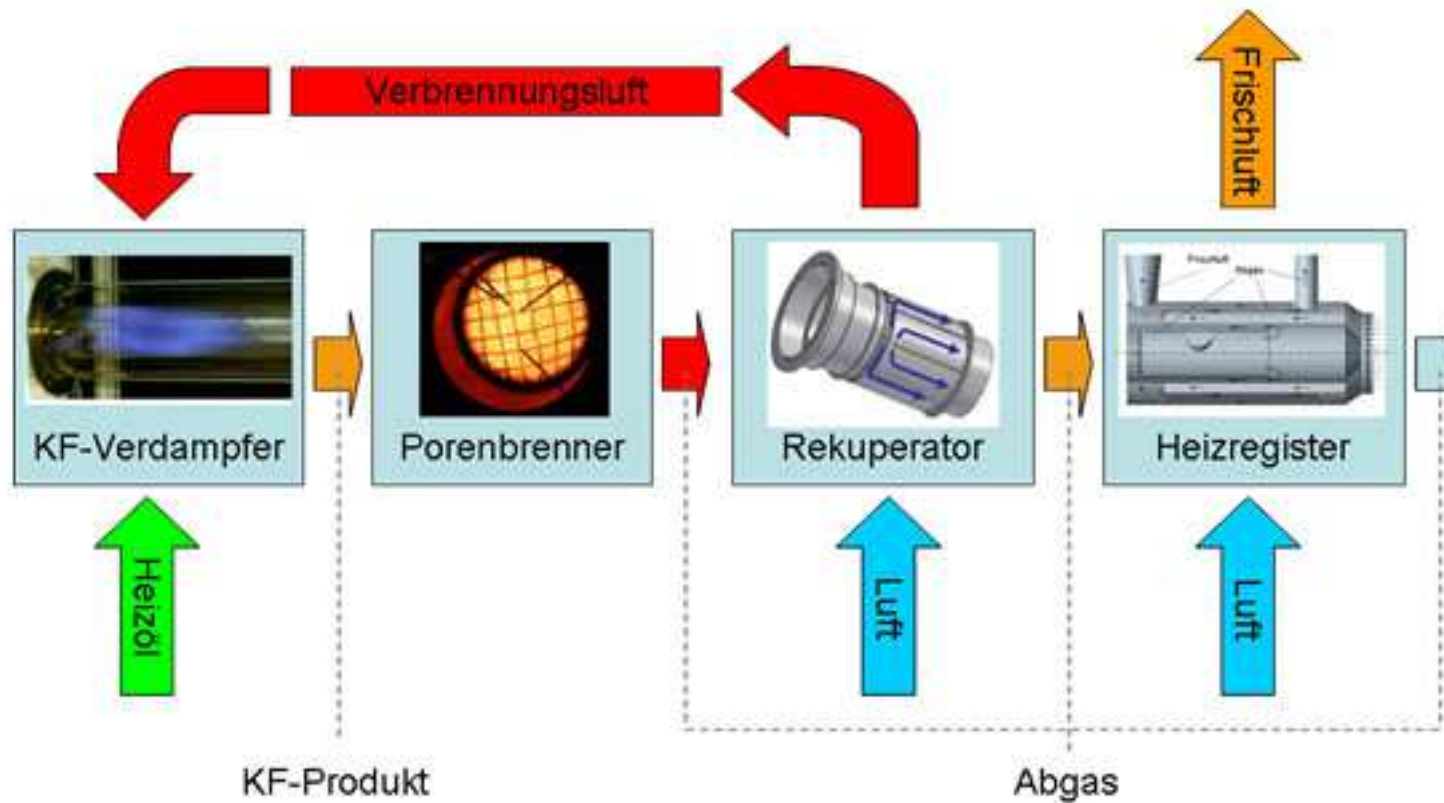
Passivenergiehaus: 200 I_{HEL}/a

- Energiebedarf im Neubausektor sinkt durch bessere Wärmedämmung und kontrollierte Wohnraumlüftung
- Gefordert sind Hausheizungssysteme mit einer niedrigeren Minimalleistung und einem großen Leistungsmodulationsbereich

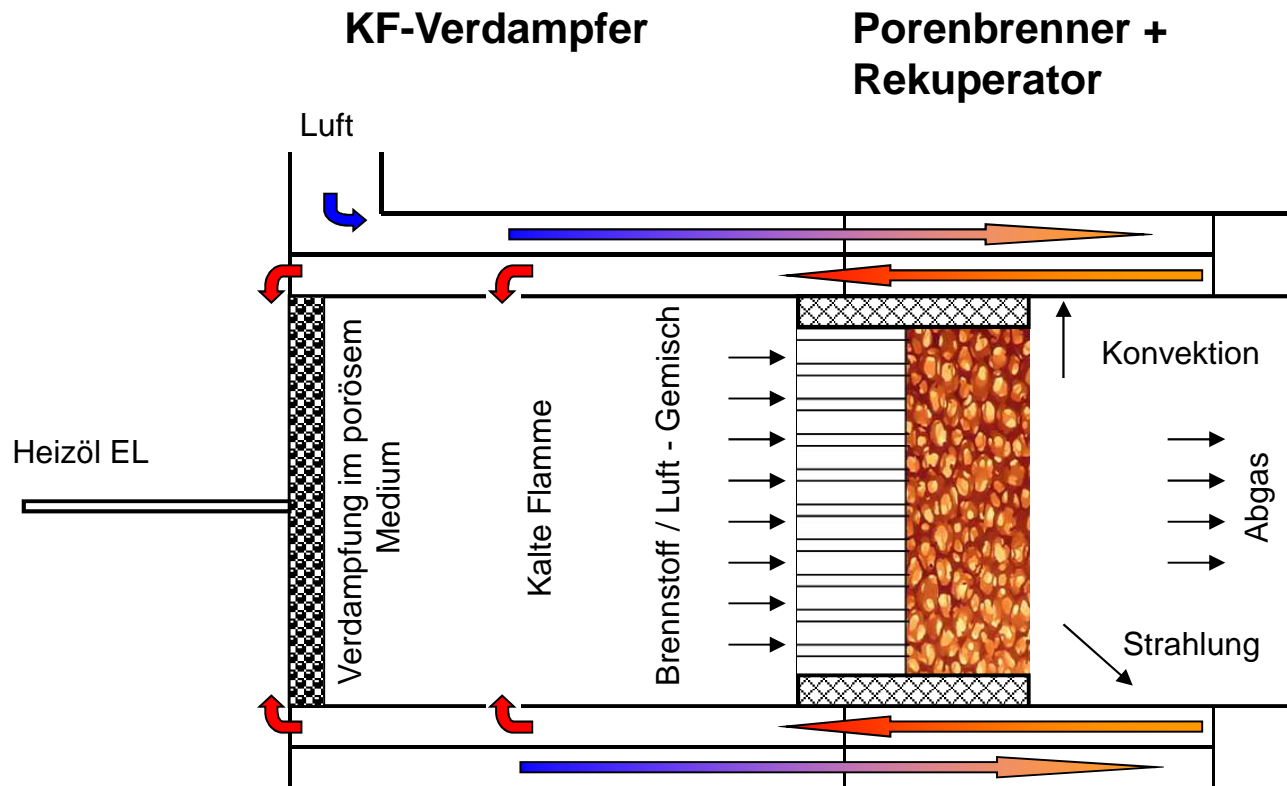
Motivation und Projektziele

- Entwicklung eines voll modulierenden, schadstoffarmen Kleinbrenners mit der thermischen Leistung von 1 kW bis 8 kW für Niedrigenergie- und Passivenergiehäuser auf Basis von Heizöl EL
- Einhaltung der Emissionsgrenzwerte des „Blauen Engel“ RAL-UZ 46
- Realisierung eines Luftheizungssystems für die kontrollierte Wohnraumlüftung
- Realisierung eines Heizungssystems auf Wasserbasis mit der Einbindung von Solarthermie

Konzept der Heizungsanlage



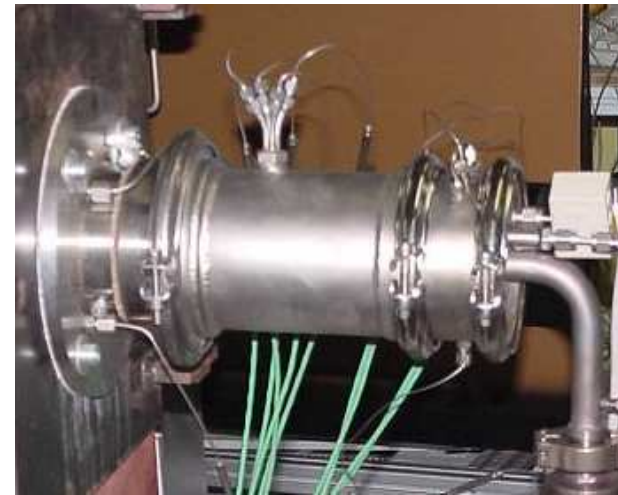
Funktionsschema des PyrlInno Ölbrenners mit Rekuperator



Entwicklung des Kleinbrenners

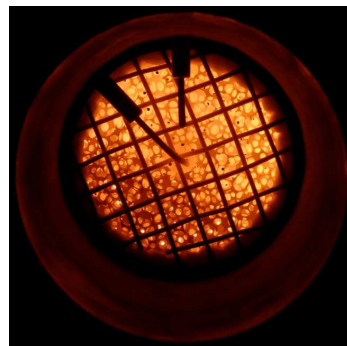
Brennerapplikationen

- Voll modulierbarer Ölbrenner (1 kW bis 8 kW)
- Luftverhältnis 1,5
- Brennstoffverdampfung über ein Vlies
- Gemischbildung mit Kalter Flamme
- Verbrennung in einer Schaumkeramik
- Eignung auch für biogene Brennstoffe
- Einhaltung der Grenzwerte des „Blauen Engel“
- Elektrischer Eigenbedarf (P_{el} / P_{th}) von ca. 0,5 bis 5 %
- Voll automatisierte Brennersteuerung
- Zündung des Brenners innerhalb 15 Min.
- Autarker Betrieb der Heizung innerhalb 35 Min.



PyrlInno Ölbrenner
(ohne Rekuperator)

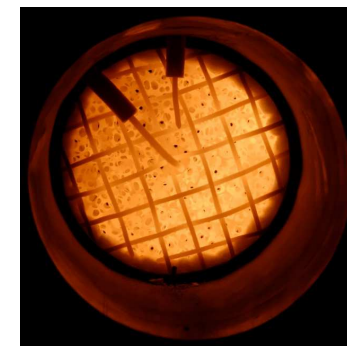
Ungleichmäßige, örtliche Gemischbildung über den Brennerquerschnitt in Abhängigkeit von der Leistung



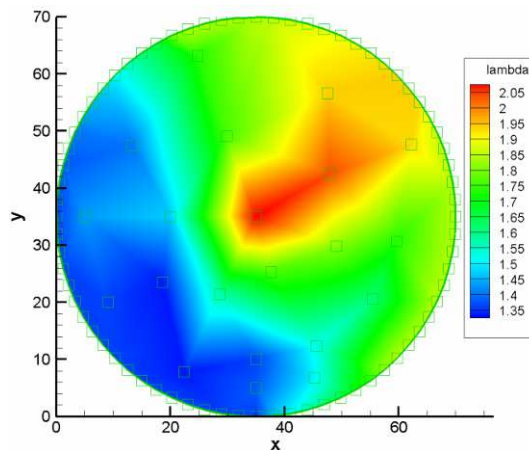
1 kW
 $\lambda = 1,80$



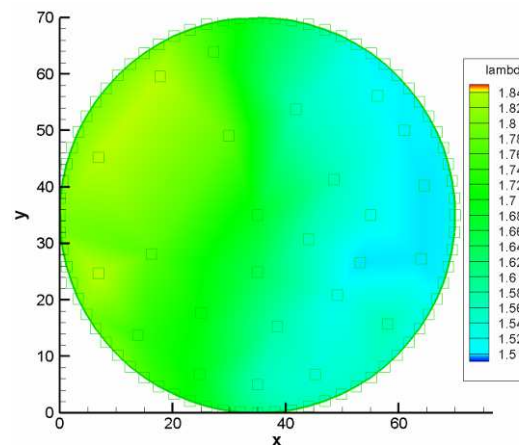
4 kW
 $\lambda = 1,49$



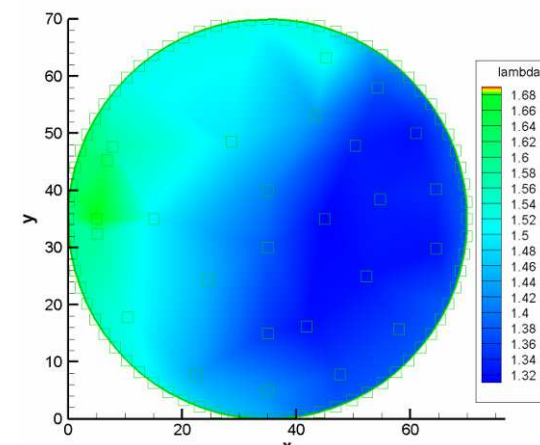
8 kW
 $\lambda = 1,38$



1 kW



4 kW



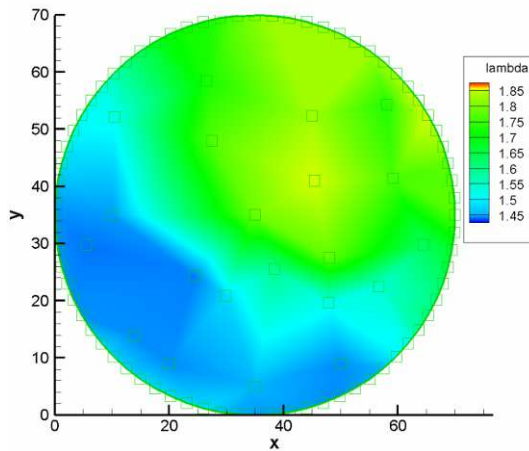
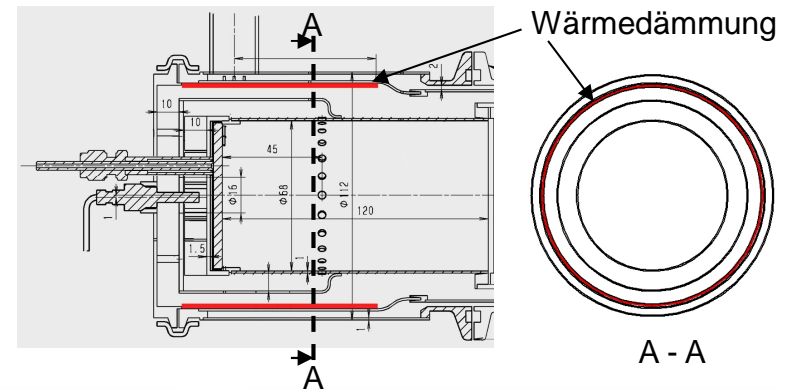
8 kW

Luftverhältnisverteilungen über den Querschnitt des Porenbrenners (Zone C)

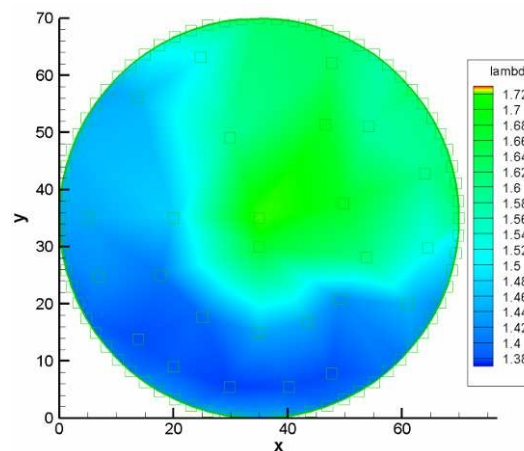
Numerische Optimierung des Verbrennungsluft-Vorwärmers zur Verbesserung der Gemischbildung bei kleinen Leistungen



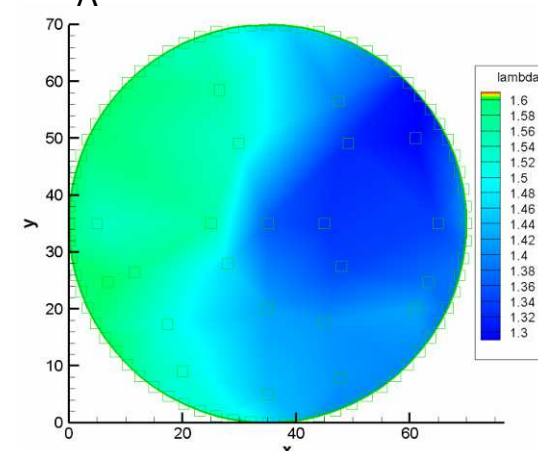
Porenbrenner
bei 2 kW
und $\lambda = 1,48$



1 kW



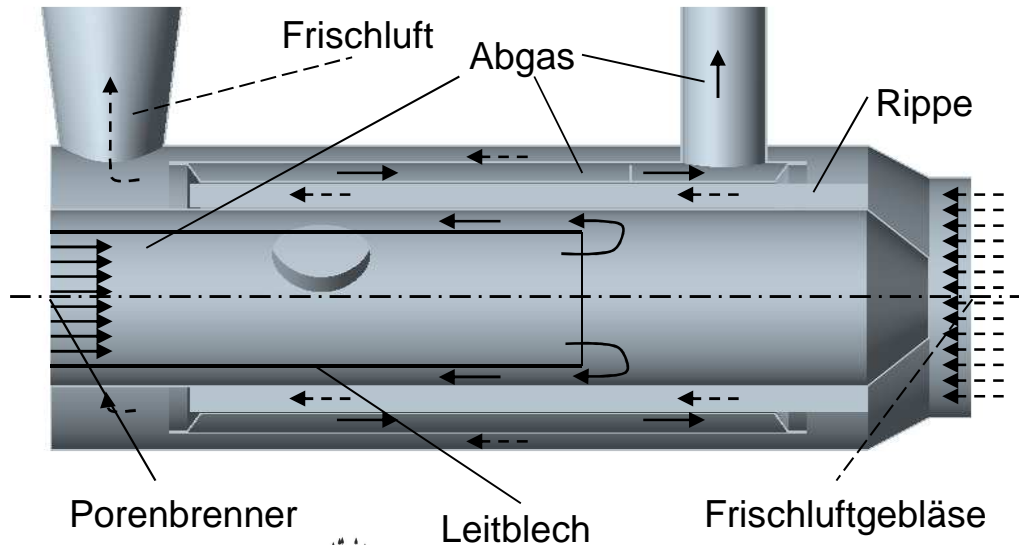
4 kW



8 kW

Luftverhältnisverteilungen über den Querschnitt des Porenbrenners (Zone C)

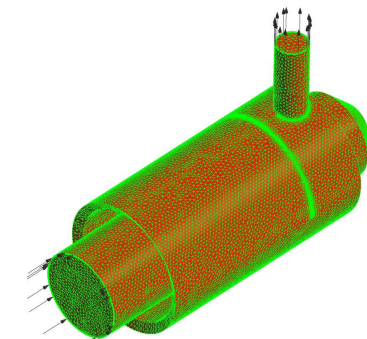
Auslegung und numerische Simulation des Luftheizregisters



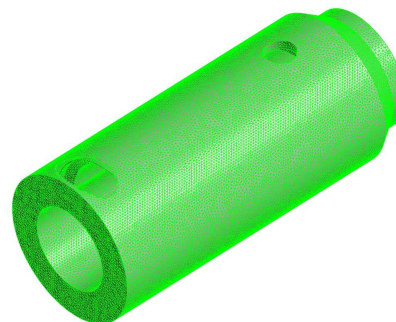
An die Heizaufgabe
angepasster Wärmeaustauscher
der Fa. Eberspächer

Simulationsgebiete

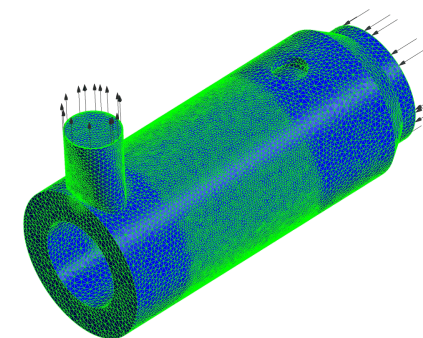
- 2 Fluidgebiete
- 1 Festkörpergebiet



Abgas:
~ 640.000 Elemente



Wände:
~ 380.000 Elemente

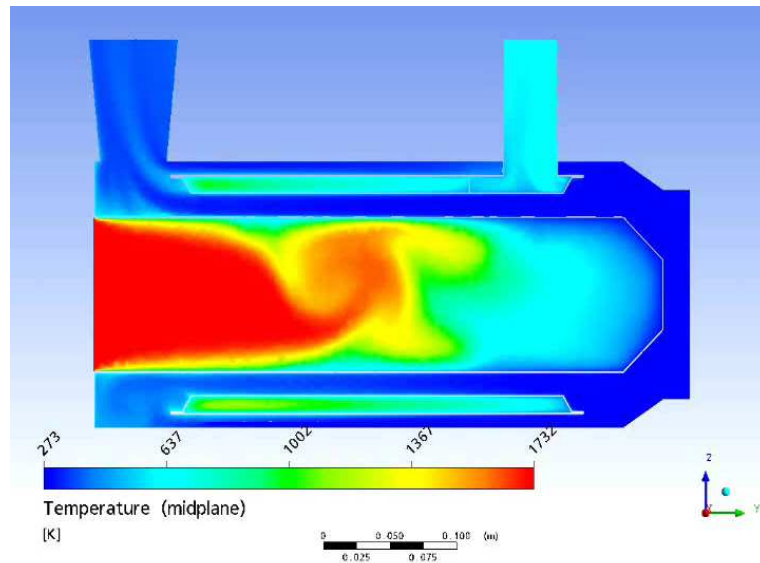


Frischlucht:
~ 1.240.000 Elemente

Wirbel im Abgasstrom beeinträchtigt den Wärmetransport und den Wirkungsgrad

Eintrittsbedingungen:

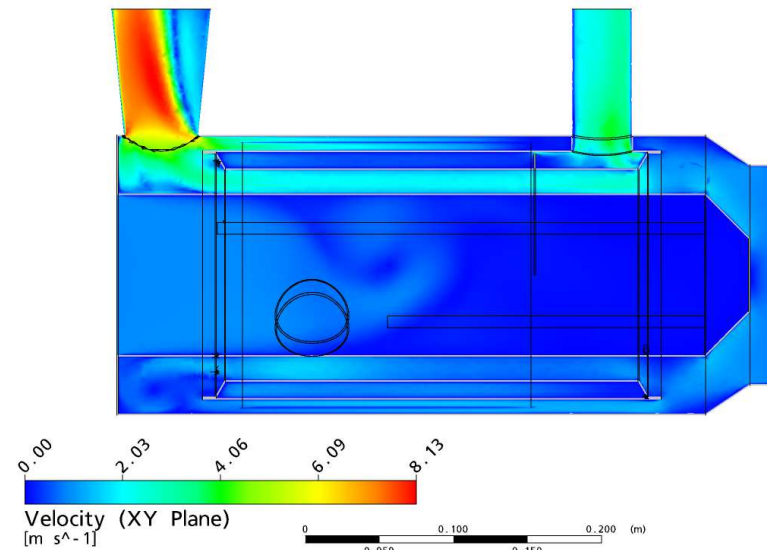
Frischlufstrom: $80 \text{ m}^3 / \text{h}$ bei $0 \text{ }^\circ\text{C}$
Abgasstrom bei $3,5 \text{ kW}$ und $\lambda=1,3$



Temperaturverteilung im
Nachheizregister

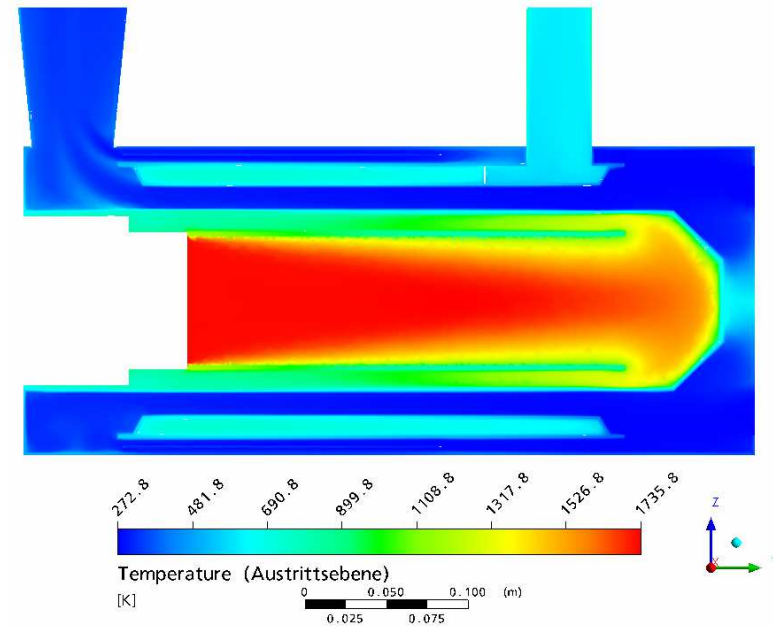
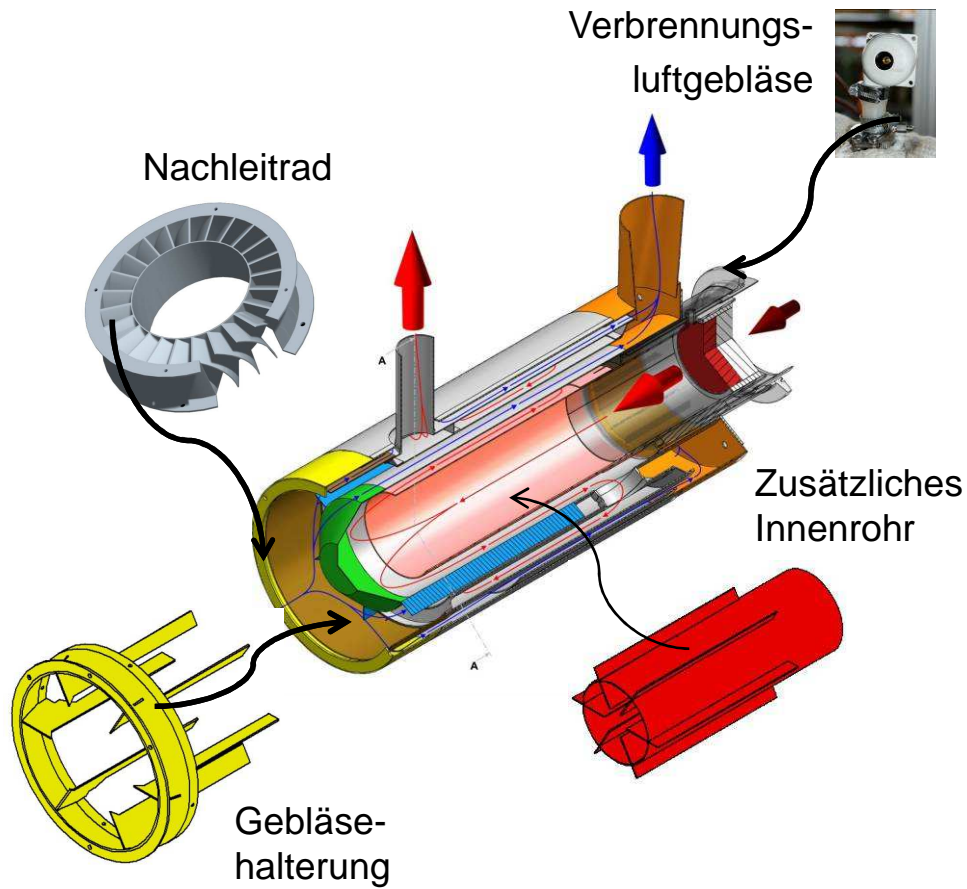
Austrittsbedingungen:

Austrittstemperatur Abgas: $385 \text{ }^\circ\text{C}$
Austrittstemperatur Frischluft: $100 \text{ }^\circ\text{C}$



Geschwindigkeitsverteilung im
Nachheizregister

Verbesserung der Strömungsführung in dem Luftheizregister

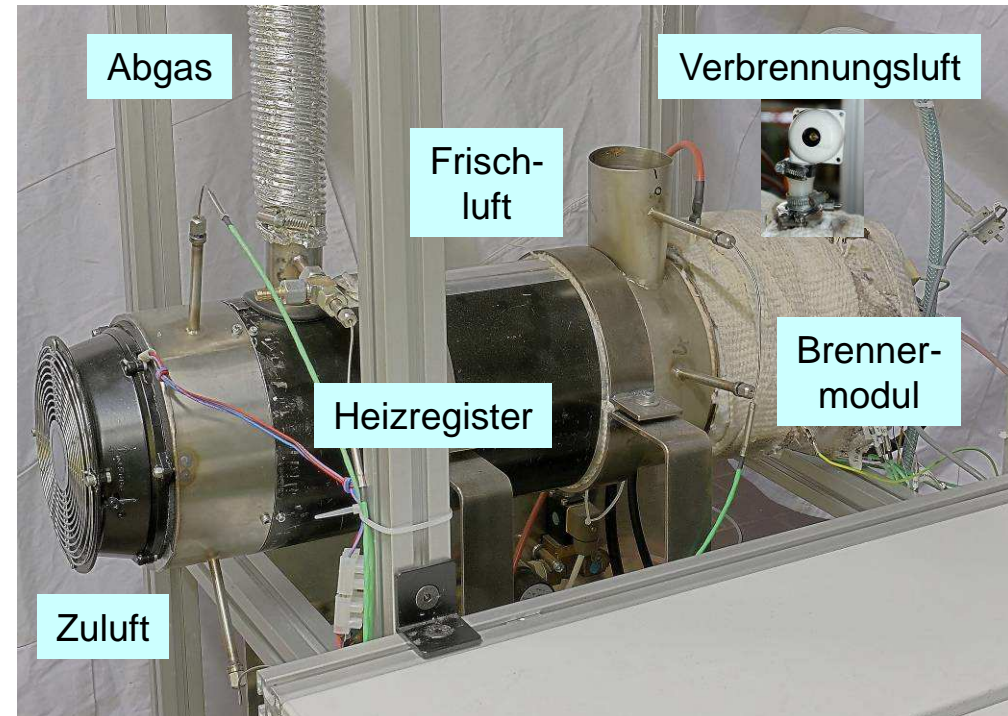


Temperaturverteilung im
Nachheizregister

Integrierte Heizungssysteme

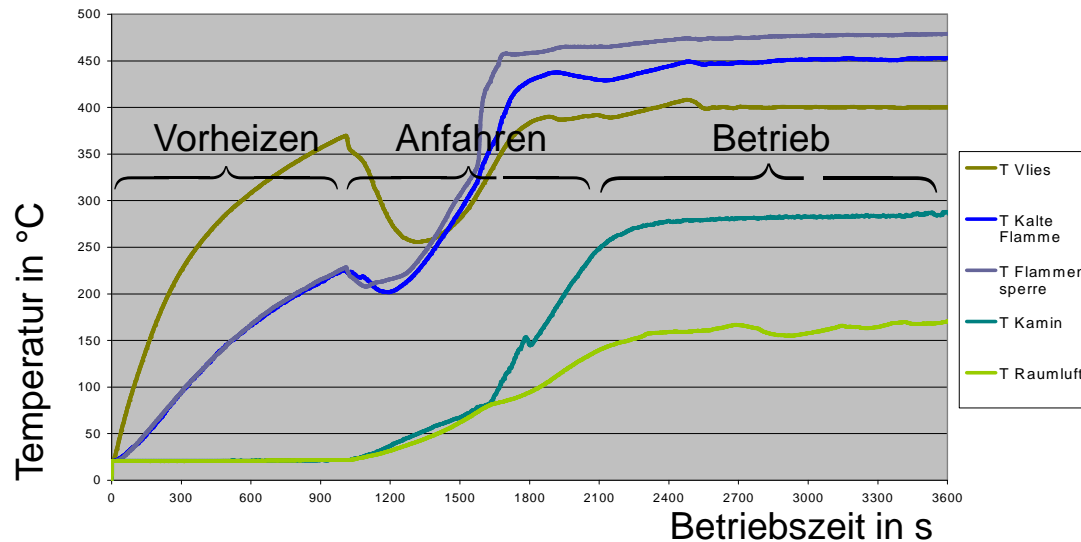
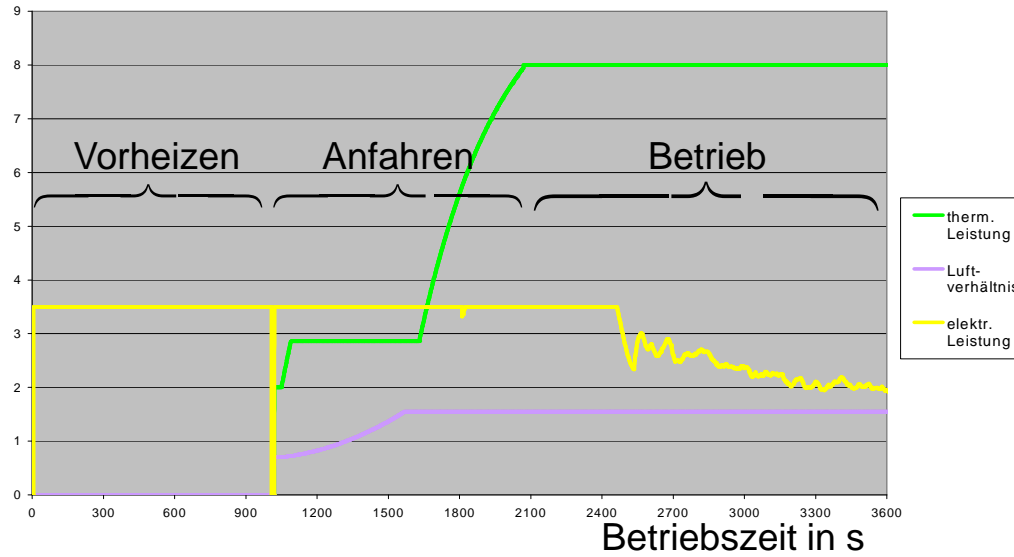


Warmwasser-Heizungsmodul
mit Solvis-Schichtenspeicher



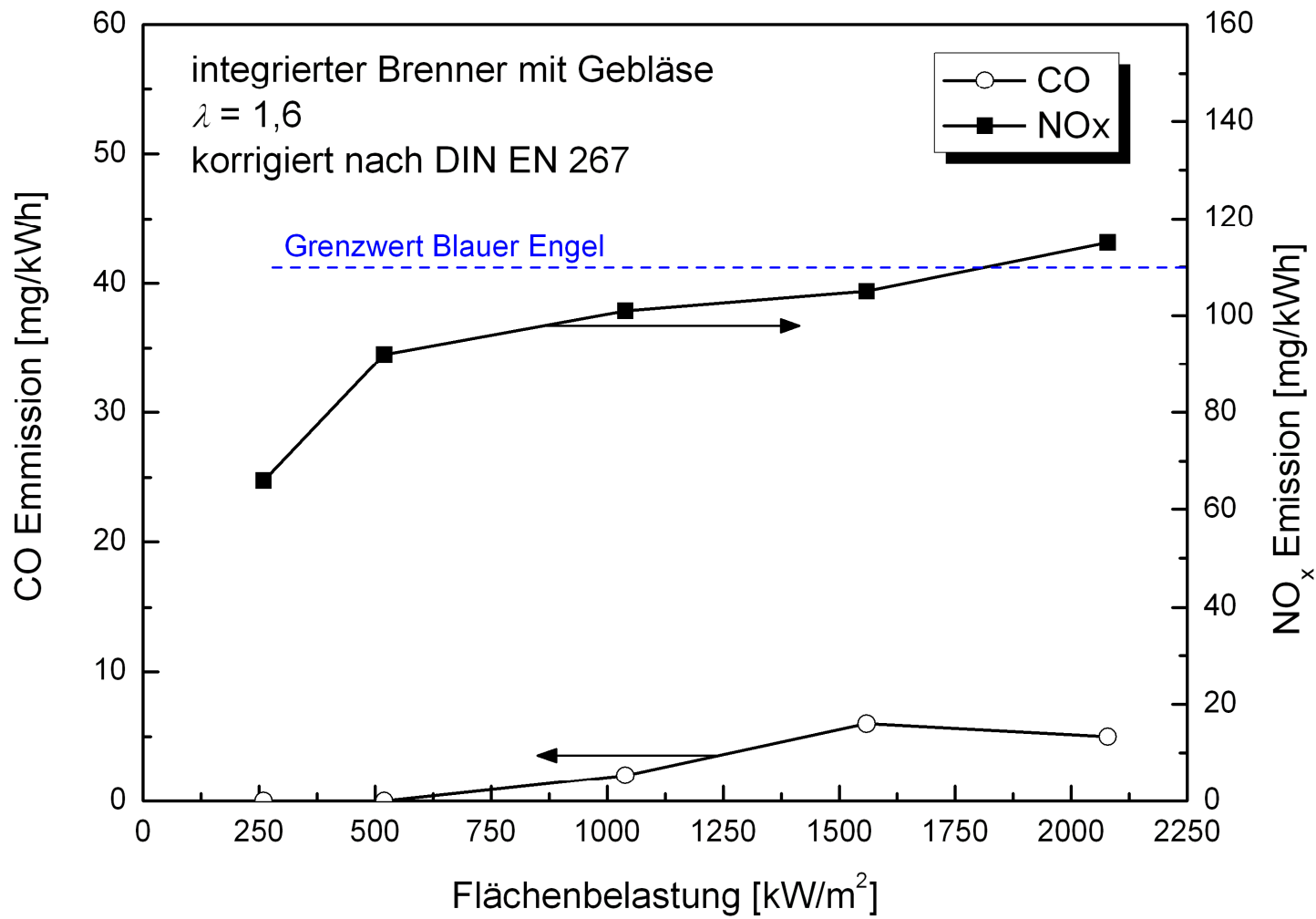
Integriertes Luftheizsystem

Leistung P_{th} in kW, Luftverhältnis
Vliesheizung $P_{el} * 100$ in W



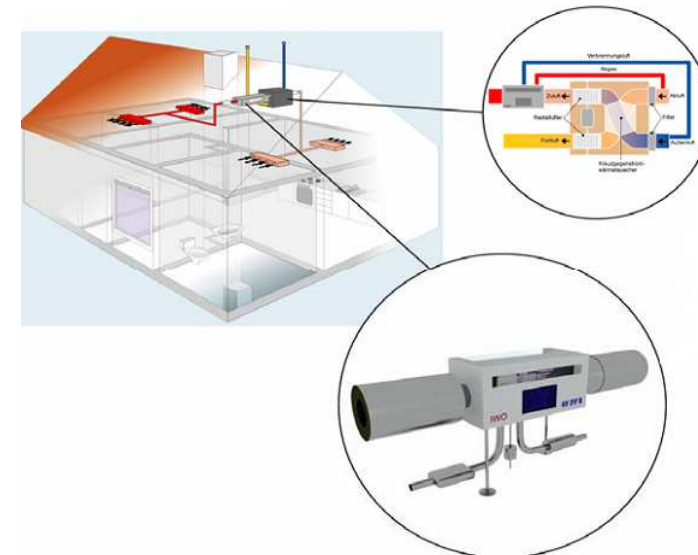
Anfahren der Anlage - Typischer Kaltstart

Emissionen



Luftheizungssystem und Warmwasser-Heizungssystem

- Wirkungsgrad Luftheizungssystem
(Frischlufthmenge von 40 m³/h bis 200 m³/h)
bei 1 kW: 96 % bis 99 %
bei 8 kW: 62 % bis 77 %



- Normnutzungsgrad Warmwasser-Heizungssystem (DIN 4702-8)
bei Systemtemperatur 40 °C / 30 °C: 102,6 %

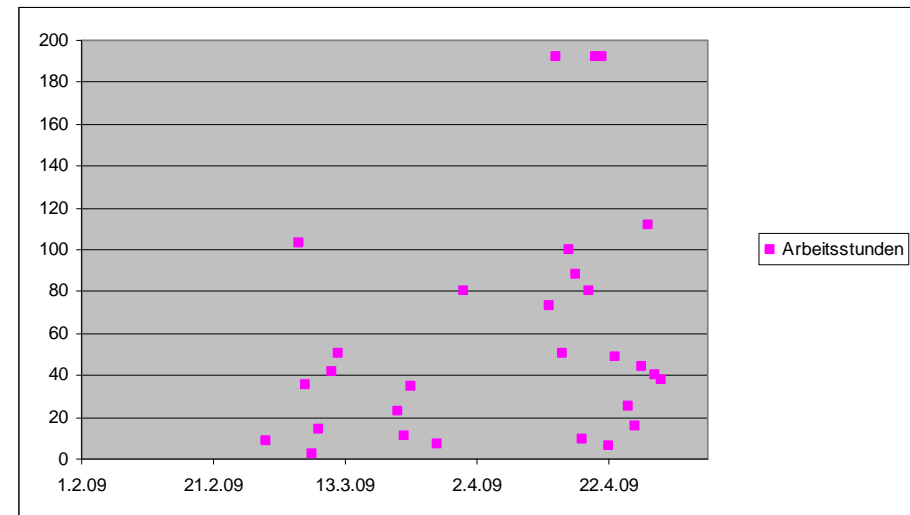
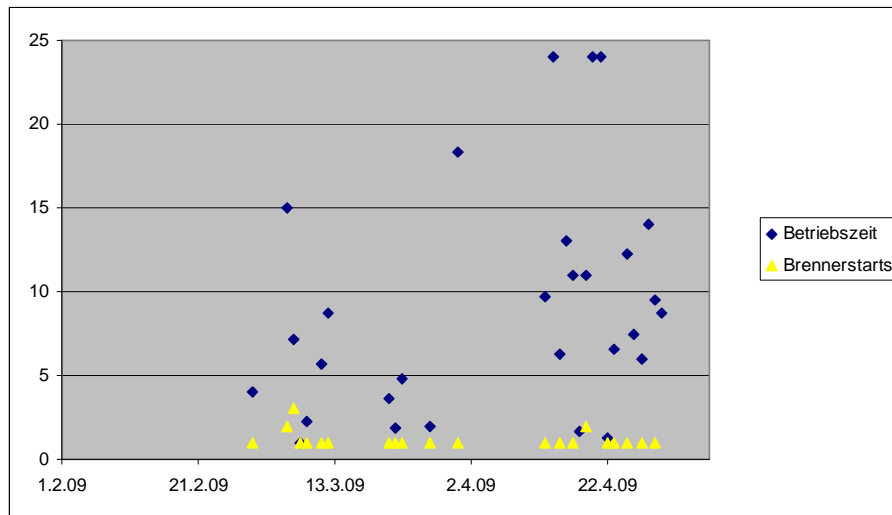
Feldtest Luftheizungssystem und Warmwasser-Heizungssystem

- Die Feldversuche wurden in zwei Einfamilienhäusern in Erlangen und Herzogenrath in der Wintersaison 2008 / 2009 durchgeführt.
- In die Haushaltsleittechnik wurden Bewegungsmelder und Temperatursensoren für die Raumluft integriert zur bedarfsgerechten Anpassung der Heizleistung.



Statistik der Feldversuche

- Im Feldversuch wurde mit dem Luftheizsystem eine Betriebszeit von 264 h mit einer Energiemenge von 1720 kWh und 25 Startvorgängen erreicht.
- Mit dem Warmwasser-Heizsystem wurde eine Betriebszeit von 300 h mit einer Energiemenge von 1580 kWh und 80 Startvorgängen erbracht.



Statistik der Feldversuche - Luftheizungssystem

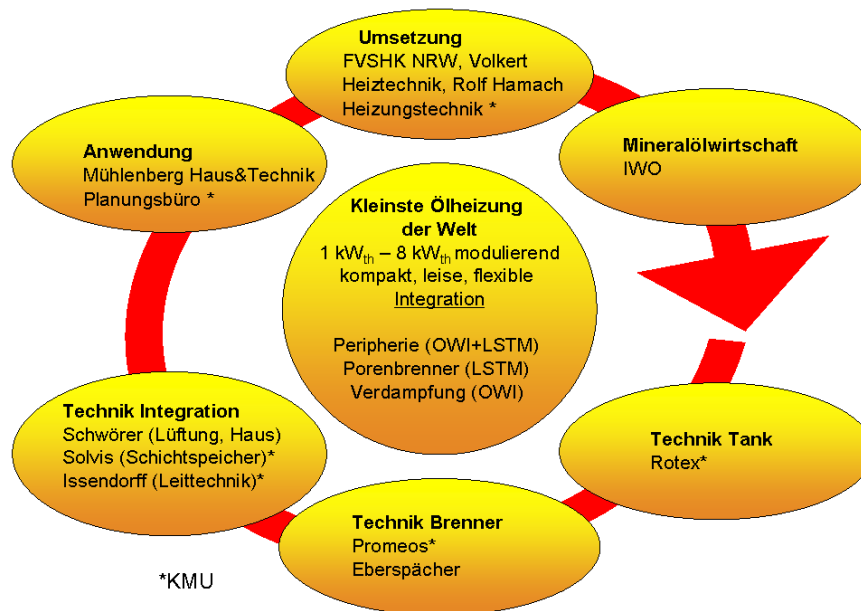
Zusammenfassung und Ausblick

- Ein voll modulierender Kleinbrenner auf Basis von Heizöl EL mit der thermischen Leistung von 1 kW bis 8 kW wurde entwickelt.
- Die NO_x-Emissionen des Kleinbrenners liegen unterhalb der Emissionsgrenzwerte des „Blauen Engel“ RAL-UZ 46.
- Ein Luftheizungssystem für die kontrollierte Wohnraumlüftung sowie ein Warmwasser-Heizungssystem mit Einbindung von Solarthermie wurden realisiert und im Feldtest erprobt.
- Im Feldtest aufgetretene Schäden an der Flammensperre konnten durch geeignete Materialauswahl vermieden werden.
- Es traten keine Ausfälle der Heizungsanlage in den Feldversuchen auf.

Auf Basis der Erfahrungen aus dem Feldversuch und der Rückmeldung interessierter Kreise aus Produktion und Anwendung wird dem System ein hohes Marktpotential eingeräumt.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Konsortium



Unser besonderer Dank gilt dem BMWi für die Förderung des Verbundprojektes "PyrlInno" im Rahmen des Förderprogramms InnoNet unter dem Projektträger VDI/VDE-IT.

Wir danken unseren Projektpartnern Eberspächer, FVSHK NRW, Heizungsbau Hamacher, Issendorff Mikroelektronik, IWO, MHT, OWI, Promeos, Rotex, Solvis und Volkert Heizungstechnik für die fachliche und finanzielle Unterstützung.