

Abschlußbericht

ZE: DBI-Gastechnologisches Institut gGmbH
Freiberg, Halsbrücker Straße 34, 09599 Freiberg

Förderkennzeichen: KF0139405PK8

Vorhabensbezeichnung: Entwicklung eines multifunktionalen gasbefeierten
Kamins mit dualem Brennersystem MULTIKAM

Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2008 bis 30.09.2010

Berichtszeitraum: 01.03.2008 bis 30.09.2010



Dr.-Ing. M. Wersch
Fachgebietsleiter



Dipl.-Ing. F. Erler
Projektleiter

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
1 Einleitung und Aufgabenstellung.....	5
2 Abrechnung der Arbeitspakete gemäß Anlage 6 des Antrages	6
2.1 AP 1: Untersuchungen zur Verbesserung der Effizienz und Verbrennungswirtschaftlichkeit durch ein duales Brennersystem	7
2.1.1 Analyse der für Kleinf Feuerstätten nutzbaren Gasverbrennungstechniken.....	7
2.1.2 Strukturierung des Verbrennungsablaufes und Ermittlung von Einflussgrößen wie Brennstoffbeschaffenheit und Schwankungen in der Gaszusammensetzung.....	9
2.1.3 Herausarbeiten vorhandener Defizite und Möglichkeiten zur Erhöhung der Verbrennungsgüte und Effizienz der Verbrennung..	10
2.1.4 Spezifikation erforderlicher technischer Eigenschaften des Verbrennungs-, Steuerungs- und Regelungssystems	11
2.2 AP 3: Entwicklung von Lösungsvarianten zur Ermittlung eines geeigneten Verbrennungskonzeptes.....	12
2.2.1 Analyse existierender Gasverbrennungssysteme hinsichtlich baulicher und peripherer Erfordernisse	12
2.2.2 Variantenuntersuchungen zur Nutzbarmachung bzw. Modifizierung geeigneter Verbrennungskonzepte	12
2.2.3 Untersuchungen zur Reduzierung des Brennstoffverbrauches und Erhöhung der Verbrennungsgüte	13
2.3 AP 4: Untersuchungen zur Erhöhung des Nutzungsgrades durch Verknüpfung unterschiedlicher Brennersysteme	13
2.3.1 Verknüpfung unterschiedlicher Brennersysteme	13
2.3.2 Variantenuntersuchungen zur Brenneranordnung.....	14
2.3.3 Lösungen zur Wärmerückgewinnung	15
2.3.4 Untersuchung zum Betriebsverhalten, Nutzungsgewohnheiten und das Zusammenspiel unterschiedlicher Brennersysteme	16
2.4 AP 6: Komponententests zur Abgrenzung geeigneter Brennerkonzepte und Auswahl von Brennerkomponenten.....	17
2.4.1 Test von verschiedenen Brennerkomponenten	17
2.4.2 Leistungsauslegung der Brenner.....	18
2.4.3 Ermittlung des Bauraumes	18
2.5 AP 10: Entwicklung und Erprobung des dualen Brennersystems.....	19
2.6 AP 11: Integration des dualen Brennersystems in den Kamingrundkörper 20	
2.7 AP 13: Funktionsmusterbau, Test und Optimierung des Kamingrundkörpers mit Brennersystem.....	21
2.7.1 Bau des Funktionsmusters	21

2.7.2	Test des dualen Brennersystems	22
2.7.3	Optimierung des dualen Brennersystems.....	23
2.8	AP14: Bewertung und Dokumentation der Ergebnisse.....	24
3	Darstellung der erreichten Ergebnisse.....	27
4	Erläuterung, wie und wann die Ergebnisse der FuE-Kooperation verwertet werden sollen.....	28
5	Einschätzung der Marktaussichten der Ergebnisse und erwartete Auswirkungen auf die Unternehmensentwicklung.....	28
6	Form der gemeinsamen, zukünftigen Verwertung	29
7	Fortschreibung Konzept Erfolgskontrolle.....	29
	Literaturverzeichnis	30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Wärmeabgabe offener und geschlossener Kamine	8
Abbildung 2:	In Erdgasheizungen einsetzbare Gasverbrennungstechniken	9
Abbildung 3:	Anordnung der Brennersysteme im Gaskaminofenkörper.....	15
Abbildung 4:	Nutzungsprinzip zur Warmwasser- und Heizwärmeerzeugung...	16
Abbildung 5:	Ansicht des Mattenbrenners mit aufgelegten Holzimitaten	18
Abbildung 6:	Ansicht des modellierten Brennraumes des Sichtfeuers	19
Abbildung 7:	Ansicht des Sichtfeuers im Brennraum	20
Abbildung 8:	Anordnung der Grundkomponenten im Kamingrundkörper.....	21
Abbildung 9:	Messstellenausrüstung zur Bilanzierung des multifunktionalen Kamins	23
Abbildung 10:	Ermittelte Kenngrößen des Abgaswärmeübertragers	25
Abbildung 11:	Ansicht des ersten Versuchsmusters	27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Gemeinsamer Arbeitsplan der Kooperationspartner	6
Tabelle 2:	Ergebnisse durchgeführter Abgasmessungen am dekorativen Sichtfeuer	26

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Der Primärenergieträger Erdgas besitzt auf Grund seiner chemischen Zusammensetzung die günstigsten Emissionseigenschaften aller fossilen Energieträger und kann dadurch einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz leisten. Erdgas ist sehr effizient und komfortabel für die verschiedensten Anwendungsmöglichkeiten einsetzbar und hat sich auch deshalb zum meistgenutzten Brennstoff bei der Wohnraumheizung entwickelt. Dazu tragen auch das stabile Aufkommen, die Möglichkeit der Beimischung von aufbereiteten Biogasen, der ständige Ausbau der Versorgungsnetze sowie die stetige Weiterentwicklung der Verbrennungstechnik bei. Die nachdrücklichen Forderungen der Nutzer nach immer effektiverer Energieausnutzung bei gleichzeitiger Verminderung der Schadstoffemissionen werden vom Erdgas in hohem Maße geboten. Die Hersteller von erdgasbetriebenen Heizgeräten haben diesen Trend durch ständige Verbesserung und Weiterentwicklung ihrer Produkte wirkungsvoll unterstützt. [1]

Insbesondere im Bereich von Eigentumswohnungen, wo Nutzer neben einer wirtschaftlichen Verbrennungstechnik das von einem Kamin gewohnte sichtbare Feuer wünschen, ist dafür ein erhebliches, noch nicht erschlossenes Kundenpotential vorhanden. Für diesen Nutzungsbereich hat Erdgas gegenüber Festbrennstoffen den wesentlichen Vorteil, dass die Brennstofflagerung entfallen kann, die gerade für Wohnbereiche eine nicht zu lösende Problematik darstellt. Darüber hinaus garantiert Erdgas eine schadstoffarme Verbrennung und ist besonders in den Wohngebieten ideal, in denen die Verwendung fester Brennstoffe nur eingeschränkt erlaubt ist.

Die Aufgabe im Rahmen des Projektes besteht darin, ein multifunktionales Heizgerät zu entwickeln, das einerseits eine optisch hochwertige Feuerstätte mit dekorativem Sichtfeuer für den Wohnbereich darstellen, gleichzeitig aber auch die Vorzüge einer modernen Erdgasheizung aufweisen soll. Das Gesamtgerät soll die Wirtschaftlichkeit einer modernen Erdgasheizung erreichen.

2 Abrechnung der Arbeitspakete gemäß Anlage 6 des Antrages

Im Rahmen des Projektes erfolgte die Bearbeitung der Arbeitspakete gemäß Anlage 6 des Projektantrages. In der Tabelle 1 sind die von den Projektpartnern zu bearbeitenden Arbeitspakete tabellarisch aufgelistet.

Tabelle 1: Gemeinsamer Arbeitsplan der Kooperationspartner

Arbeitspaket/Arbeitsetappe		DBI MM		Kiefel MM		Casa MM	
		A	C	A	C	A	
AP	Inhalt						
1	Untersuchungen zur Verbesserung der Effizienz und der Verbrennungswirtschaftlichkeit durch ein duales Brennersystem	2,5					
2	Untersuchungen zur Verbesserung der Funktionalität und Erhöhung der Nutzungsbreite im Gesamtsystem der Energiebereitstellung			4	0,5	3,5	
3	Entwicklung von Lösungsvarianten zur Ermittlung eines geeigneten Verbrennungskonzeptes	3,5					
4	Untersuchungen zur Erhöhung des Nutzungsgrades durch Verknüpfung unterschiedlicher Brennersysteme	3,5					
5	Konzeptentwicklung zur sensorischen Überwachung			4	0,5	3,5	
6	Komponententests zur Abgrenzung geeigneter Brennerkonzepte und Auswahl von Brennerkomponenten	3	1,25				
7	Untersuchungen zur intensiveren Nutzung alternativer Energien durch energetisch sinnvolle Verknüpfungen			3	1	3,5	
8	Variantenuntersuchung zur modularen Auslegung des Kamingrundkörpers mit optionalen Schnittstellen			3,5	1,5	3	
9	Untersuchungen zur Gewichtsreduzierung durch den Einsatz leichterer und wirksamerer Bau- und Dämmstoffe			2,5	1	3,5	
10	Entwicklung und Erprobung des dualen Brennersystems	4,5	1				
11	Integration des dualen Brennersystems in den Kamingrundkörper	3	0,5				
12	Entwicklung des Gesamtkonzeptes zum Kamin aufbau und zur sensorischen Überwachung			3	0,5	3,5	
13	Funktionsmusterbau, Test und Optimierung des Kamingrundkörpers mit Brennersystem	3	0,5				
14	Bewertung und Dokumentation der Ergebnisse			4	3		
		1		1			
Summe MM		24	3,25	25	8	20,5	

Die Abrechnung der von der DBI-GTI gGmbH im Vorhaben bearbeiteten Arbeitspakete ist in diesem Bericht in den Abschnitten 2.1 bis 2.8 dargestellt.

Die DBI-GTI gGmbH bearbeitete im Projekt folgende Arbeitspakete:

- AP 1: Untersuchungen zur Verbesserung der Effizienz und Verbrennungswirtschaftlichkeit durch ein duales Brennersystem
- AP 3: Entwicklung von Lösungsvarianten zur Ermittlung eines geeigneten Verbrennungskonzeptes
- AP 4: Untersuchungen zur Erhöhung des Nutzungsgrades durch Verknüpfung unterschiedlicher Brennersysteme
- AP 6: Komponententests zur Abgrenzung geeigneter Brennerkonzepte und Auswahl von Brennerkomponenten
- AP 10: Entwicklung und Erprobung des dualen Brennersystems
- AP 11: Integration des dualen Brennersystems in den Kamingrundkörper
- AP 13: Funktionsmusterbau, Test und Optimierung des Kamingrundkörpers mit Brennersystem
- AP14: Bewertung und Dokumentation der Ergebnisse

Die vom Projektpartner KIEFEL und vom spanischen Partner CASA bearbeiteten Arbeitspakete werden in gesonderten Berichten der Partner abgerechnet.

2.1 AP 1: Untersuchungen zur Verbesserung der Effizienz und Verbrennungswirtschaftlichkeit durch ein duales Brennersystem

2.1.1 Analyse der für Kleinf Feuerstätten nutzbaren Gasverbrennungstechniken

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes wurden die für einen multifunktionalen Gaskamin nutzbaren Gasverbrennungstechniken analysiert. Da das zu entwickelnde Gerät prinzipiell aus einem gasbefeuchten Kamin und einer Erdgasheizung besteht, sollen zunächst diese Geräteprinzipien dargestellt werden.

Gaskamin:

Gegenwärtig werden am Markt gasbefeuchte Kamine mit offenen und geschlossenen Verbrennungsraum angeboten (Abbildung 1).

Kamine mit offenem Verbrennungsraum erfüllen hauptsächlich dekorative Funktionen. Bei dem mit einem atmosphärischen Gasbrenner (Dekobrenner) erzeugten Sichtfeuer, erfolgt die Wärmeabgabe nur durch Strahlung aus der

Feuerraumöffnung. Die Energieausnutzung ist entsprechend gering (Wirkungsgrad $\leq 25\%$).

Eine lokale Raumerwärmung gewährleisten Kamine mit geschlossenem Verbrennungsraum. Die Wärmeabgabe erfolgt zum Teil durch Strahlung durch die Sichtscheibe der Feuerraumtür und zum Teil konvektiv durch Luftschächte im Gerät.

Im Vergleich zur Wirtschaftlichkeit einer Erdgasheizung weisen jedoch beide Bau- und Nutzungsformen Defizite auf und sind als Hauptwärmelieferant für Wohnbereiche, bestehend aus mehreren Räumen, nicht nutzbar [2, 3, 4, 5].

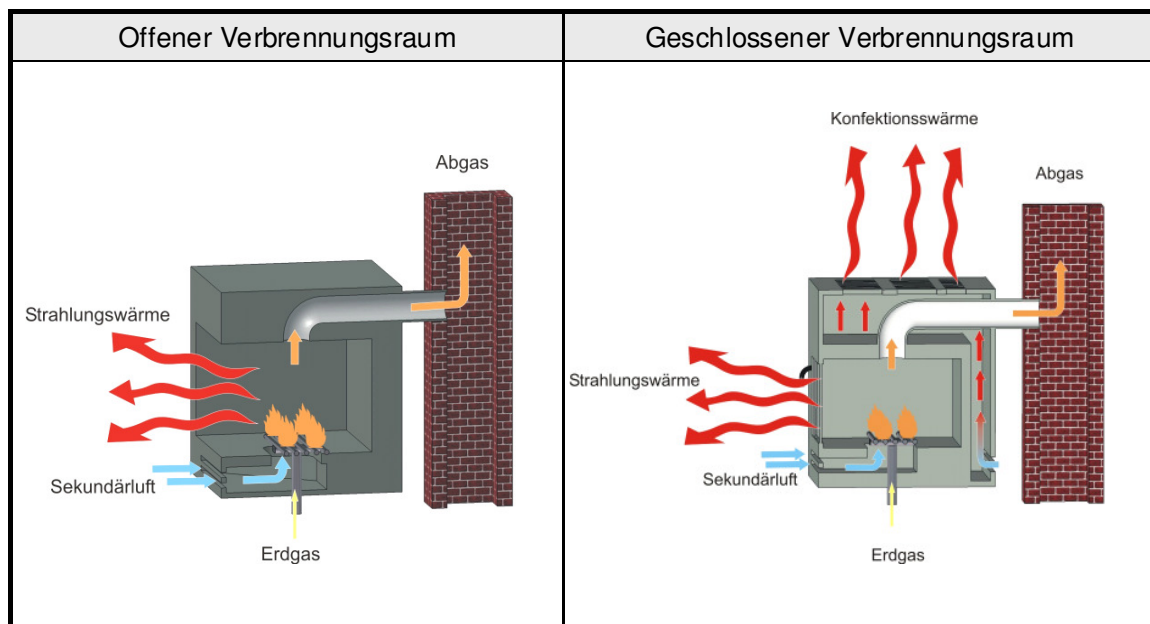


Abbildung 1: Wärmeabgabe offener und geschlossener Kamine

Erdgasheizung:

Die bei Erdgasheizungen zum Einsatz kommenden Verbrennungskonzepte basieren auf Brennertechniken mit und ohne Gebläse (Abbildung 2). Das ohne Gebläse auskommende atmosphärische Verbrennungsprinzip arbeitet raumluftabhängig und benötigt zur Verbrennung nur einen kleinen Feuerraum mit darüber angeordneten Heizflächen. Die Verbrennungsgase werden nur durch den thermischen Auftrieb an den im Brennraum befindlichen Heizflächen vorbeigeführt und ohne Nachnutzung ins Freie abgeleitet. Die wesentlichen Vorteile dieses Verbrennungsprinzips bestehen im geräuscharmen Betrieb und der geringen Störanfälligkeit. Hinsichtlich der Effektivität und Brennstoffausnutzung ist dieses, auf einer reinen atmosphärischen Verbrennung basierende Prinzip mit thermischem Auftrieb einer Erdgasheizung mit Gebläsebrenner oder einer Gebläse unterstützten Verbrennung unterlegen (Abbildung 2). Derzeitiger Entwicklungsstand auf dem Gebiet sind Brenner bei denen das Brenngas bereits vor der Verbrennung mit der für den Verbrennungsprozess erforderlichen Luftmenge angereichert wird (vollvormischende Brenner).

Die Brennwerttechnik ermöglicht eine wesentlich höhere Energieausnutzung des eingesetzten Brennstoffes. Bei dieser Technik ist es möglich, die zugeführte Brennstoffenergie durch Nutzbarmachung der Kondensationswärme nahezu verlustfrei auszuschöpfen. Der Kondensationsprozess kann unter bestimmten Bedingungen (niedrige Rücklauftemperatur des Heizsystems) bereits im Heizkessel stattfinden ermöglicht es, aus der im Abgas latent vorhandenen Wärme des Wasserdampfes eine zusätzliche Energiemenge für Heizungszwecke zu gewinnen. Da Erdgas gegenüber anderen fossilen Energieträgern einen hohen Wasseranteil besitzt, ist bei der Verbrennung mit Hilfe der Brennwerttechnik eine Verbesserung des Nutzungsgrades von bis zu 11 Prozent bei Nutzung der Kondensationswärme möglich [6, 7].

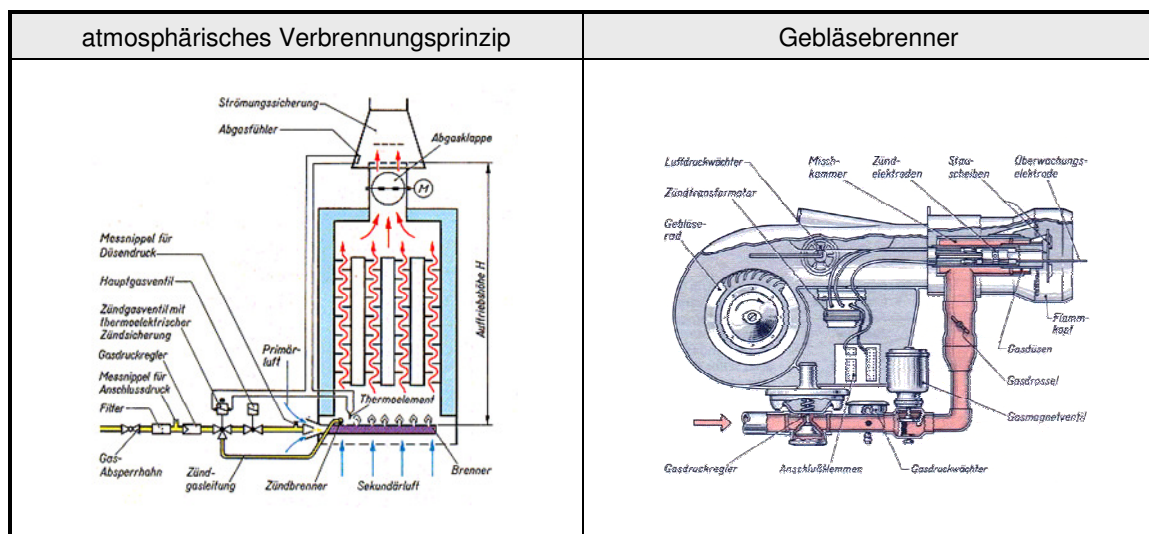


Abbildung 2: In Erdgasheizungen einsetzbare Gasverbrennungstechniken

2.1.2 Strukturierung des Verbrennungsablaufes und Ermittlung von Einflussgrößen wie Brennstoffbeschaffenheit und Schwankungen in der Gaszusammensetzung

Als Verbrennung wird die chemische Reaktion von den in Brennstoffen enthaltenen brennbaren Bestandteilen (Kohlenstoff und Wasserstoff) mit Sauerstoff bei höheren Temperaturen bezeichnet. Neben Brennstoffbestandteilen, die nicht an der Verbrennung teilnehmen (Inerte) wie z.B. Stickstoff, Kohlendioxid können auch unerwünschte Bestandteile im Brennstoff (z.B. Schwefel) enthalten sein.

Vor und während des Verbrennungsprozesses müssen Brennstoff und Luft gut miteinander vermischt werden, um eine möglichst vollständige Verbrennung zu ermöglichen. Bei gasförmigen Brennstoffen ist eine bessere Vermischung als bei flüssigen und festen Brennstoffen möglich. Eine Verbrennung kann als vollständig bezeichnet werden, wenn alle brennbaren Bestandteile zu Kohlendioxid und Wasser oder Wasserdampf reagieren. Treten im Abgas noch brennbare Bestandteile wie Kohlenmonoxid, Wasserstoff oder Methan auf, so liegt eine unvollständige Verbrennung vor. Eine unvollständige Verbrennung tritt

insbesondere bei Sauerstoffmangel und bei einer ungenügenden Vermischung von Brennstoff und Luft auf.

Jeder Brennstoff benötigt für die vollständige Verbrennung auf Grund seiner chemischen Zusammensetzung eine bestimmte, auf die Brennstoffmenge bezogene Sauerstoffmenge, den Mindestsauerstoffbedarf. Entsprechend des in der Luft vorhandenen Sauerstoffanteils von 21 Prozent kann daraus der Mindestluftbedarf ermittelt werden. Um in der Praxis eine vollständige Verbrennung zu ermöglichen, muss jedoch jedem Brennstoffmolekül mehr Luft zugeführt werden, als theoretisch erforderlich ist. Das Verhältnis dieser wirklich zugeführten Luftmenge zum theoretisch benötigten Mindestluftbedarf wird als Luftverhältnis bezeichnet.

Eine Beeinflussung des Ablaufs der Verbrennung kann auftreten durch Schwankungen der Gasbeschaffenheit bzw. -zusammensetzung und des Gasdruckes.

Die technischen Anforderungen an Brenngase der „öffentlichen Gasversorgung“ sind im DVGW-Arbeitsblatt G 260 „Gasbeschaffenheit“ festgelegt und setzen damit Rahmenbedingungen für Gaslieferungen und den Betrieb von Gasanlagen und Gasgeräten. In der G 260 werden Brenngase in folgende drei Gasfamilien unterschieden:

- 1. Gasfamilie: Stadtgas, Kokereigas
- 2. Gasfamilie: Erdgas (Gruppe L, Gruppe H)
- 3. Gasfamilie: Flüssiggas (Propan, Butan)

Im DVGW-Arbeitsblatt G 260 werden die Bandbreiten der brenntechnischen Kenndaten (Wobbe-Index, Brennwert, relative Dichte) festgelegt, die bei der Entwicklung, Normung und Prüfung von gastechnischen Produkten eine Basis darstellen. Um die Geräte entsprechenden Prüfungen unterziehen zu können, werden durch die Europäische Norm EN 437 (deutsche Fassung: DIN EN 437/A1) Definitionen von Prüfgasen, Prüfdrücken und Gerätekategorien zur Verfügung gestellt. Die darin definierten Grenzgasen sind repräsentativ für die Qualitätsschwankungen der Brenngase, nach denen die Geräte ausgelegt werden müssen. Entsprechende Vorgaben und Grenzen gelten auch für den Gasdruck. Gemäß der DIN EN 437/A1 werden die Gasgeräte nach den Gasen und Drücken, für die sie ausgelegt sind, in definierte Kategorien unterteilt [8, 9].

2.1.3 Herausarbeiten vorhandener Defizite und Möglichkeiten zur Erhöhung der Verbrennungsgüte und Effizienz der Verbrennung

Defizite bei der Verbrennung bestehen insbesondere in der Schadstoffbildung beim dekorativen Sichtfeuer des Gaskamins.

Da das in der öffentlichen Gasversorgung zum Einsatz kommende Erdgas weitgehend frei von unerwünschten Begleitstoffen ist, kann eine Schadstoffbildung als Folge einer unvollständigen Oxidation des Brennstoffes (Kohlenmonoxid, Restkohlenwasserstoffe) oder durch unerwünschte Begleitreaktionen des in der

Luft vorhandenen Stickstoffes (Stickoxide) erfolgen. Die Schadstoffbildung durch unvollständige Oxidation kann weitestgehend vermieden werden durch konstruktive Maßnahmen am Brenner, durch ausreichende Dimensionierung des Brennraumes sowie durch Optimierung der Brennereinstellung. Maßnahmen zur Verminderung der Stickstoffoxidbildung bestehen im Wesentlichen in der Absenkung des Temperaturniveaus der Verbrennung, die u.a. durch Wärmeabführung aus dem Brennraum, Abgasrückführung oder Erhöhung des Luftverhältnisses (führt zur Verschlechterung der Effizienz) realisiert werden kann. Andere Möglichkeiten bestehen in einer nahstöchiometrischen Verbrennung, mit möglichst kleinem Luftüberschuss (Gefahr der Bildung von Kohlenmonoxid!) oder durch eine gestufte Verbrennung [8].

Da beim dekorativen Sichtfeuer die Forderung besteht, einen attraktiven Flammeneffekt (gelbe, leuchtende Flammen) zu erzielen, der dem Holzfeuer in Feststoffkaminen ähnlich ist, muss das Brenngas unter bestimmten Bedingungen verbrannt werden. Eine derartige Flammenbildung tritt auf, wenn in der Brennzone zunächst eine etwas unterstöchiometrische Verbrennung stattfindet, d.h. das Abgas partiell unverbrannte Bestandteile wie Kohlenmonoxid, Methan oder Wasserstoff enthalten kann. Diese Abgasbestandteile müssen im weiteren Verlauf der Verbrennung möglichst vollständig verbrannt werden. Das ist möglich durch eine weitere Zuführung von Verbrennungsluft (Sekundärluft), die dem Brenner von außen zugeführt werden kann.

Um eine hohe Verbrennungsgüte und damit die Einhaltung der gesetzlich geforderten Emissionswerte erreichen zu können, müssen Brenner und Brennraum entsprechend dimensioniert und optimiert werden. Das kann erfolgen durch einen speziell konstruierten Brennraum, in dem die Flammen ungehindert, bei Vorhandensein des zur vollständigen Verbrennung benötigte Sauerstoffs, ausbrennen können. Zusätzlich ist eine Optimierung der Brennereinstellung (Brennstoff/Luft-Verhältnis) und der zugeführten Sekundärluft notwendig.

2.1.4 Spezifikation erforderlicher technischer Eigenschaften des Verbrennungs-, Steuerungs- und Regelungssystems

Anknüpfend an den Stand der Technik soll im Rahmen des Projektes ein neuartiges Verbrennungskonzept für einen in den Wohnraum integrierbaren Kamin entwickelt werden, der ein duales Brennersystem besitzt und eine noch bessere Energieausnutzung als bisher entwickelte Geräte ermöglicht. Für den Gerätekörper soll ein aktuelles Design des Projektpartners von einem Feststoffbrennstoff-Kaminofen verwendet werden.

Das Verbrennungssystem soll folgende technische Eigenschaften aufweisen:

- duales Brennersystem, bestehend aus einem dekorativem Sichtfeuer (Gaskamin) und einem im Kaminofengehäuse integrierten Heizgerät,
- Gesamtwirkungsgrad des Gesamtsystems größer als 95 Prozent - Heizgerät muss als Brennwertgerät ausgelegt werden,
- voneinander unabhängiger Betrieb beide Brennersysteme,
- Raumluft unabhängige Verbrennung mit Wärmerückgewinnung.

Eigenschaften des Steuerungs- und Regelungssystems:

- voneinander getrennte Regelung von Heizgerät und dekorativem Brenner,
- bedarfsgerechte Leistungsanpassung des Heizgerätes,
- Möglichkeit der individuellen Anpassung des dekorativen Sichtfeuers,
- Witterungsgeführtes Regelsystem, koppelbar mit alternativen Energien,
- sensorische Überwachung der Betriebssicherheit des Kamininnenraumes.

2.2 AP 3: Entwicklung von Lösungsvarianten zur Ermittlung eines geeigneten Verbrennungskonzeptes

2.2.1 Analyse existierender Gasverbrennungssysteme hinsichtlich baulicher und peripherer Erfordernisse

Im Abschnitt 2.1.1 wurden für den gasbefeuerten Kamin und die Erdgasheizung verwendbare Gasverbrennungssysteme aufgelistet und beschrieben. Auf Grund der im Abschnitt 3.1.4 formulierten Eigenschaften des Gesamtsystems, muss eine Vorauswahl der zum Einsatz kommenden Verbrennungstechniken getroffen werden. Die Ursache dafür besteht insbesondere im angestrebten thermischen Gesamtwirkungsgrad des zu entwickelnden Systems.

Da das Gesamtsystem aus zwei unterschiedlichen Gasverbrennungssystemen besteht, sind die erreichbaren Wirkungsgrade beider Einzelsysteme zu beachten. Diese können bei Gaskaminen mit geschlossenem Verbrennungsraum zwischen 70 und 90 Prozent, und bei Brennwert-Heizgeräten bis zu 109 Prozent, bezogen auf den Heizwert des Brenngases, betragen. Die anderen im Abschnitt 3.1.1 dargestellten Verbrennungssysteme (offener Gaskamin, Niedertemperatur-Heiztechnik) werden aufgrund der niedrigeren, erreichbaren Wirkungsgrade nicht als mögliche Komponenten des multifunktionalen Kamins in Betracht gezogen [7, 8].

2.2.2 Variantenuntersuchungen zur Nutzbarmachung bzw. Modifizierung geeigneter Verbrennungskonzepte

Das im multifunktionalen Kamin zu integrierende Heizgerät muss aufgrund der im Absatz 2.2.1 dargestellten Wirkungsgrad-Problematik als Brennwertgerät ausgeführt werden. Da die Brennwerttechnik inzwischen Stand der Technik ist und kaum noch Heizgeräte mit Niedertemperaturtechnik angeboten werden, sollte dieser Schritt ohnehin gegangen werden. Bei der Brennwerttechnik kann davon ausgegangen werden, dass die auf dem Markt befindliche Gerätetechnik technisch ausgereift ist und auch in Zukunft keine wesentlichen Verbesserungen zu erwarten sind.

Es ist deshalb sinnvoll ein aktuelles Brennwertgerät, das aufgrund seiner Leistungs- und Baugröße geeignet ist, in das zu entwickelnde System zu integrieren. Da diese Geräte mit einem Gebläsebrenner oder einem gebläseunterstützten Verbrennungssystem ausgestattet sind, ist entsprechend der Technischen Regel für Gasinstallationen (DVGW-TRGI), auch für das dekorative Sichtfeuer (Gaskamin) ein derartiges Verbrennungssystem vorzusehen [10].

Aufgrund dieser Vorgaben kann beispielsweise beim Einsatz eines Brennwertgerätes mit Gebläsebrenner, das verbreitet in Gaskaminen eingesetzte atmosphärische Verbrennungsprinzip nicht verwendet werden. Hier ist eine Modifizierung eines, mit Gebläsebrenner arbeitenden, vormischenden Verbrennungssystems erforderlich, um ein dekoratives Sichtfeuer erzeugen zu können.

2.2.3 Untersuchungen zur Reduzierung des Brennstoffverbrauches und Erhöhung der Verbrennungsgüte

Durch den Einsatz moderner Brennwerttechnik kann bei Heizgeräten bereits ein Maximum an Verbrennungsgüte bzw. Brennstoffausnutzung erreicht werden. Derartige Geräte weisen einen sehr großen Modulationsbereich auf, der in Abhängigkeit vom Fabrikat bis auf 17 Prozent der Nennleistung abgesenkt werden kann.

Beim dekorativen Sichtfeuer ist eine Reduzierung des Brennstoffeinsatzes durch eine Anpassung der Leistung, eine Optimierung der Verbrennungsgüte und eine Reduzierung der Abgastemperatur möglich. Wie bereits im Abschnitt 2.1.3 dargestellt wurde, besteht die Forderung, einen attraktiven Flammeneffekt zu erzeugen. Dieser tritt aber nur unter bestimmten Bedingungen beim Verbrennungsprozess auf. Ein dekoratives Sichtfeuer erfordert ebenfalls eine notwendige Mindestleistung des Brenners, um einen ansprechenden, dekorativen Effekt zu erzielen. Bei diesen Punkten besteht Untersuchungsbedarf.

2.3 AP 4: Untersuchungen zur Erhöhung des Nutzungsgrades durch Verknüpfung unterschiedlicher Brennersysteme

2.3.1 Verknüpfung unterschiedlicher Brennersysteme

Im Absatz 2.2 wurde dargestellt, dass der Einsatz eines Heizgerätes mit Brennwerttechnik unerlässlich ist. Da davon ausgegangen werden kann, dass beim dekorativen Sichtfeuer prinzipiell mit einem schlechteren Wirkungsgrad zu rechnen ist, kann nur auf diese Weise ein entsprechend hoher Wirkungsgrad des Gesamtsystems erreicht werden.

Nachdem von den Kooperationspartnern die Notwendigkeit des Einsatzes eines Heizgerätes mit Brennwerttechnik erkannt wurde, wurde die Fa. Vaillant GmbH &

Co. KG, als Hersteller derartiger Geräte, bezüglich der Bereitstellung eines Brennwert-Heizgerätes zum Einsatz im multifunktionalen Kamin angesprochen. Damit soll keine Bindung an die Fa. Vaillant erfolgen, da prinzipiell auch Brennwert-Heizgeräte anderer Hersteller (modulare Bauweise) einsetzbar sind. Bei dem von der Fa. Vaillant bereitgestellten Brennwert-Heizgerät handelt es sich um ein Gerät vom Typ ecoTEC plus VC 126/3-5, das einen Modulationsbereich der Wärmeleistung von 4,4 bis 14,4 kW besitzt.

Gemäß der DVGW-TRGI kann die Abgasabführung für das duale Brennersystem prinzipiell wie eine Kaskadenschaltung von 2 Geräten betrachtet werden, die eine gemeinsame Abgasanlage besitzen. Es besteht die Notwendigkeit des Anschlusses von Brennersystemen gleicher Art für das Heizgerät und das dekorative Sichtfeuer. Da das Heizgerät mit einem Gebläsebrenner ausgerüstet ist und deshalb mit Überdruck arbeitet, müssen entsprechende Anforderungen hinsichtlich der Abgasabführung auch an das dekorative Sichtfeuer gestellt werden. Dementsprechend müssen die laut Regelwerk vorgegebenen Anforderungen an die Dichtheit des Gesamtsystems eingehalten werden [10].

2.3.2 Variantenuntersuchungen zur Brenneranordnung

Hinsichtlich der Integration beider Brennersysteme in einen Kaminofengrundkörper des Kooperationspartners, der Fa. Kiefel Geräte- und Metallbau GmbH & Co. KG, wurde zunächst ein geeigneter Korpus ausgewählt und eine Variantenuntersuchung zur Anordnung beider Brennersysteme durchgeführt. Dieser Kaminofengrundkörper, der in der Abbildung 3 dargestellt ist, wurde aufgrund seines neuartigen Designs und dem größer dimensionierten Innenraum zum Einsatz als Korpus für den multifunktionalen Kamin ausgewählt.

Dabei wurde im ersten Schritt das Gehäuse des Brennwertgerätes entfernt und Möglichkeiten der Anordnung der Gerätekomponenten im Kaminofenkorpus diskutiert.

Die Hauptkomponenten des Brennwertgerätes sollen demnach im oberen Teil des Kaminofen-Innenraumes installiert werden (siehe Abbildung 3), damit ein ausreichendes Platzangebot für den Brennraum des dekorativen Sichtfeuers geschaffen werden kann. Um ein Maximum an dekorativer Wirkung und Wärmeabstrahlung erreichen zu können, soll die Sichtscheibe möglichst vollständig vom Brennraum des dekorativen Sichtfeuers ausgefüllt werden.

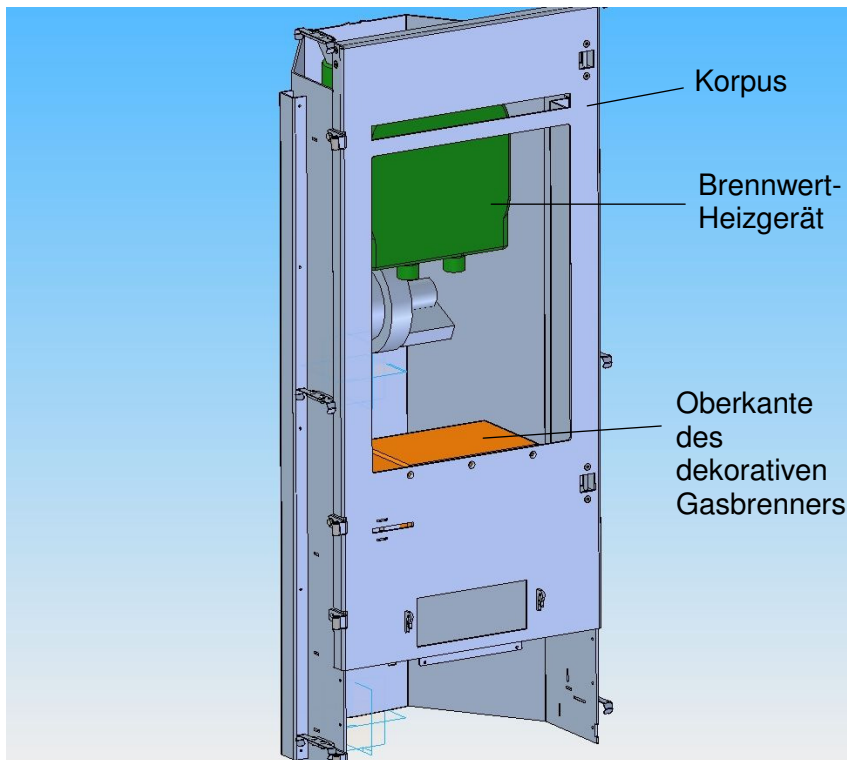


Abbildung 3: Anordnung der Brennersysteme im Gaskaminofenkorpus

2.3.3 Lösungen zur Wärmerückgewinnung

Die Wärmerückgewinnung aus dem Abgas des Gaskamins kann prinzipiell über zwei Varianten erfolgen. Eine Möglichkeit besteht darin, mit Hilfe eines Wärmeübertragers, der am oberen Ende des Brennraumes angeordnet ist, das entstehende Abgas zu kühlen und an das Heizungssystem zu übertragen. Um das dekorative Sichtfeuer betreiben zu können, muss bei dieser Variante eine Wärmeabnahme durch das Heizungssystem sichergestellt sein.

Eine zweite Möglichkeit der Wärmerückgewinnung aus dem Abgas könnte darin bestehen, das Abgas (wie bei herkömmlichen Kaminen) über Umlenkplatten zu führen und auf diese Weise zu kühlen. Die Wärmeabgabe würde in diesem Fall nur über das Ofengehäuse erfolgen, was eine erhöhte Abgastemperatur zur Folge hätte. Der Vorteil dieser Variante besteht darin, dass das dekorative Sichtfeuer unabhängig vom Wärmebedarf der Heizung betrieben werden kann.

Hinsichtlich des im Projektantrag vorgeschlagenen Prinzips der Einbindung des multifunktionalen Kamins in die Warmwasser- und Heizwärmeerzeugung eines Gebäudes (s. Abbildung 4) und des zu erreichenden Gesamtwirkungsgrades des Gerätes, ist nur die erste Variante der Wärmerückgewinnung aus dem Abgas praktikabel.

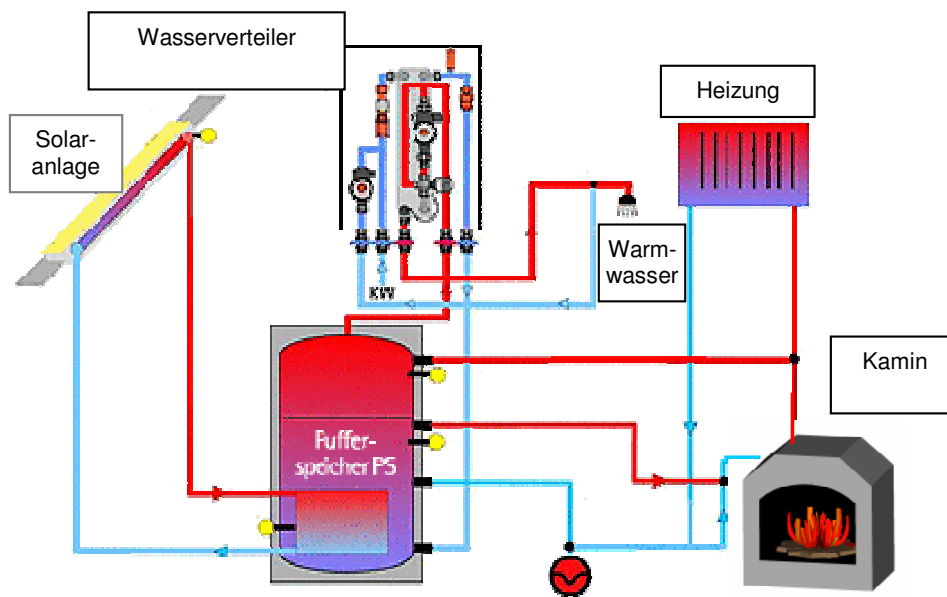


Abbildung 4: Nutzungsprinzip zur Warmwasser- und Heizwärmeerzeugung

2.3.4 Untersuchung zum Betriebsverhalten, Nutzungsgewohnheiten und das Zusammenspiel unterschiedlicher Brennersysteme

Das Betriebsverhalten beider Brennersysteme soll dadurch gekennzeichnet sein, dass beide Systeme unabhängig voneinander betrieben werden können. Während das Brennwert-Heizgerät in Abhängigkeit vom Wärmebedarf des Objektes modulierend arbeiten soll, wird das dekorative Sichtfeuer nach individuellen Bedürfnissen beeinflussbar sein.

Zur wärmebedarfsgerechten Nutzung des multifunktionalen Kamins soll der jeweilige Wärmebedarf mittels geeigneter Sensorik ermittelt und durch Regelalgorithmen das Heizgerät modulierend geregelt werden. Das heißt, dass das Gerät mittels intelligenter Regelungstechnik im Heizbetrieb immer nur mit der Temperatur betrieben wird, die nach Witterung und Bedarf gerade notwendig ist. Da das im Versuchsmuster eingesetzte Heizgerät einen Modulationsbereich von 4,4 bis 14,4 kW besitzt, kann der Brenner mit bis zu ca. 30 Prozent der Nennleistung betrieben werden, bevor eine intermittierende Betriebsweise nötig wird. Da in zukünftigen Geräten prinzipiell auch andere Brennwert-Heizgeräte zum Einsatz kommen können, kann der mögliche Modulationsbereich geräteabhängig variieren.

Für den alleinigen Betrieb des dekorativen Sichtfeuers muss, wie bereits im Abschnitt 2.3.3 dargestellt wurde, noch die Problematik der Wärmerückgewinnung aus dem Abgas und die Wärmeabfuhr aus dem Gerät diskutiert werden, damit das Sichtfeuer unabhängig vom bestehenden Wärmebedarf betrieben werden kann. Besteht ein geringer Wärmebedarf im Heizungssystem, so sollte dieser bei Betrieb des Sichtfeuers, weitestgehend nur darüber gedeckt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit den multifunktionalen Gaskamin mit einem Kombispeicher zu

koppeln, so dass die anfallende Wärme zur Brauchwassererwärmung und zur Beheizung des Objektes verwendet werden kann.

2.4 AP 6: Komponententests zur Abgrenzung geeigneter Brennerkonzepte und Auswahl von Brennerkomponenten

Im AP 6 bestand die Aufgabenstellung darin, Brennerkomponenten hinsichtlich ihrer Eignung als Vormischbrenner für die Einbausituation in einem Kaminofen, als dekoratives Sichtfeuer auszuwählen und zu untersuchen. Ein besonderes Kriterium bei der Auswahl der Brennerkomponenten stellt neben der Einhaltung der Vorgaben des Regelwerkes für Gasinstallationen die Geräuschbildung dar.

2.4.1 Test von verschiedenen Brennerkomponenten

Im AP 3 wurde die Möglichkeit der Verknüpfung unterschiedlicher Brennersysteme untersucht. Demnach besteht die Notwendigkeit für den dekorativen Brenner (Gaskamin), einen vormischenden Gebläsebrenner einzusetzen. Bei diesem Brennertyp ist durch das integrierte Gebläse mit einer erhöhten Geräuschbildung zu rechnen. Diese kann nur durch den Einsatz geeigneter schallabsorbierender Materialien minimiert werden.

Bei der Erprobung geeigneter Brennersysteme wurde im ersten Schritt ein System verwendet, das aus einer Kombination von Gasarmatur (Regelstrecke, Gebläse, Sicherheitskomponenten) und Mattenbrenner besteht. Über diesem Mattenbrenner findet der eigentliche Verbrennungsprozess statt. Um die dekorative Wirkung des Feuers zu verbessern bzw. ein Holzfeuer nachzubilden, wurden keramische Holzimitate auf den Mattenbrenner aufgelegt. Durch Variation des Gas-/Luftgemisches und der Leistung des Gebläses konnten gute Effekte erzielt werden. Die

Abbildung 5 zeigt ein Foto der Versuchsanordnung bei einer Brennerleistung von ca. 4 kW. Da diese ersten Tests ohne Brennraum durchgeführt wurden, konnte die Flamme den erforderlichen Sauerstoff aus der Umgebungsluft beziehen, sodass das entstandene Flammenbild mit dem eines reinen atmosphärischen Brenners verglichen werden kann.



Abbildung 5: Ansicht des Mattenbrenners mit aufgelegten Holzimitaten

2.4.2 Leistungsauslegung der Brenner

Das Brennwert-Heizgerät wurde für den Einsatz in Einfamilienhäusern oder Etagenwohnungen auf eine maximale Wärmeleistung von ca. 15 kW ausgelegt. Prinzipiell ist auch der Einsatz von Brennwertgeräten größerer Leistung möglich. Es besteht nur eine Einschränkung hinsichtlich der Abmessungen der Gerätekomponenten, die im Korpus des Gaskaminofens angeordnet werden müssen.

Der Brenner des dekorativen Sichtfeuers wurde entsprechend der Leistungsgröße von auf dem Markt befindlichen Gaskaminen ausgelegt und besitzt einen Leistungsbereich von ca. 3 - 8 kW. Bei den durchgeführten Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass der dekorative Effekt beim Betrieb des Brenners mit minimaler Leistung begrenzt ist. Um einen ansprechenden optischen Effekt zu erreichen, sollte der Brenner mit einer Leistung von etwa 4 - 6 kW arbeiten.

2.4.3 Ermittlung des Bauraumes

Der für den Brennraum des dekorativen Sichtfeuers maximal zur Verfügung stehende Innenraum im Gerät wurde nach der Anordnung der Komponenten des Heizgerätes im Korpus ermittelt. Dabei wurde auch der Platzbedarf der benötigten Wärmedämmmaterialien, insbesondere zwischen dem Brennraum des dekorativen Sichtfeuers und den Komponenten des Brennwertgerätes berücksichtigt. In der Abbildung 6 ist der Brennraum inklusive einiger wesentlicher Innenabmessungen abgebildet.

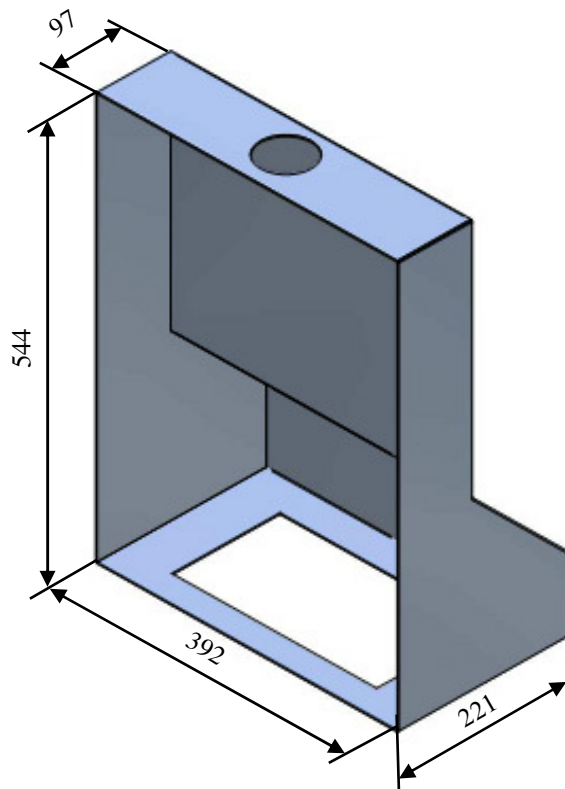


Abbildung 6: Ansicht des modellierten Brennraumes des Sichtfeuers

2.5 AP 10: Entwicklung und Erprobung des dualen Brennersystems

Vor der Integration der Komponenten des dualen Brennersystems im vorgesehenen Kaminkorpus wurden insbesondere am dekorativen Sichtfeuer weitere Erprobungen durchgeführt.

Der in der Abbildung 6 dargestellte Brennraum wurde für die Durchführung weiterer Brennertests aus Feuerfestmaterialien nachgebildet und mit einem passenden Türelement versehen. Mit Hilfe einer weiteren Abdichtung des Brenners und des eingesetzten Türelements mit hochtemperaturbeständiger keramischer Wolle sollte eine weitestgehende Dichtheit erreicht werden.

Die Abbildung 7 zeigt die Ansicht des erstellten Feuerraumes beim Betrieb des Mattenbrenners mit einer Leistung von ca. 5 kW. Mit dieser Versuchsanordnung wurde der Einfluss möglicher Brennereinstellungen auf das entstehende Flammenbild, auch in Hinsicht auf die auftretenden Schadstoffemissionen untersucht. Dabei wurde auch festgestellt, dass die Anordnung der Holzimitate über dem Mattenbrenner einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die entstehenden Schadstoffemissionen (insbesondere Kohlenmonoxid) hat.

Diese Problematik muss auch im zukünftigen Gerät beachtet werden. Dabei ist zunächst eine Optimierung der Anordnung der verwendeten Dekorationsmaterialien (Holzimitate, dekorative Steine) nötig. Im Gerät müssen entsprechende Auflagepunkte markiert sein und eine Vorgabe der Position der einzelnen Dekorationsteile erfolgen.



Abbildung 7: Ansicht des Sichtfeuers im Brennraum
(Fotos: © E. S. Klemm, Leipzig)

2.6 AP 11: Integration des dualen Brennersystems in den Kamingrundkörper

Um das duale Brennersystem in den Kamingrundkörper integrieren zu können, wurden zunächst die grundlegenden Baugruppen beider Brennersysteme im Grundkörper platziert. Bereits im Vorfeld erfolgte eine Auswahl und Anpassung der Armaturen und Bauteile des dekorativen Sichtfeuers an das vorhandene Platzangebot. Die

Abbildung 8 zeigt die prinzipielle Anordnung der Baugruppen im Kamingrundkörper.

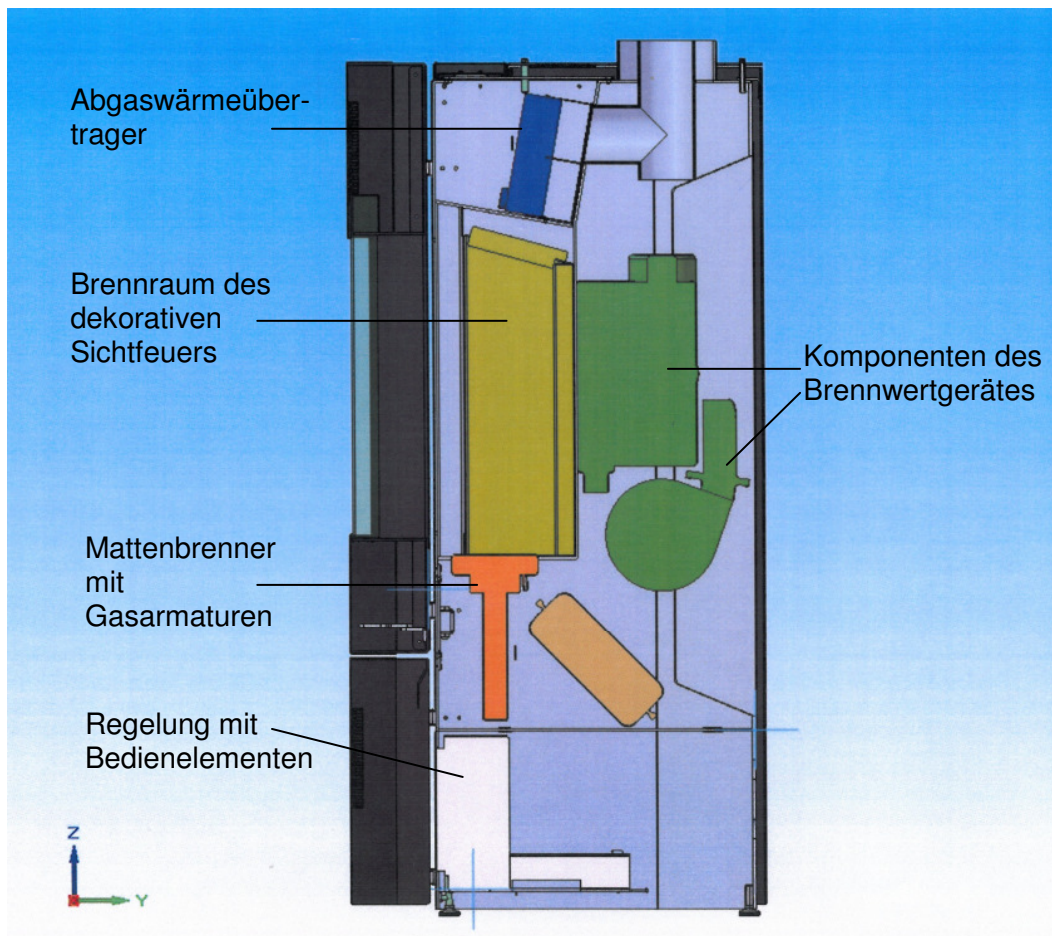


Abbildung 8: Anordnung der Grundkomponenten im Kamingrundkörper

2.7 AP 13: Funktionsmusterbau, Test und Optimierung des Kamingrundkörpers mit Brennersystem

2.7.1 Bau des Funktionsmusters

Der Bau des Funktionsmusters erfolgte zunächst bei der Fa. Kiefel Geräte- und Metallbau GmbH & Co. KG. Dazu wurde ein in Entwicklung befindlicher Kamingrundkörper für die Verbrennung von Festbrennstoffen speziell an diese Anwendung angepasst und die in der

Abbildung 8 dargestellten Grundbaugruppen integriert. Der hydraulische und elektrische Anschluss der einzelnen Baugruppen im Kamingrundkörper erfolgte im Technikum des ZE. Dazu wurden zunächst die einzelnen Baugruppen des Brennwertgerätes (Brenner / Wärmeübertragermodul, Luftversorgung, Heizungspumpe, Steuerung) im Kamingrundkörper wieder miteinander verbunden.

Um die Abgaswärme des dekorativen Sichtfeuers zumindest teilweise nutzen zu können, wurde über dem Brennraum ein Abgassammler eingebaut, in dem die heißen Abgase durch einen zweistufigen Wärmeübertrager geleitet werden. Durch die Einbindung des Wärmeübertragers in die Rücklaufseite des Heizkreises kann diese Wärme, wie in der Abbildung 4 dargestellt ist, zur Warmwasser- und Heizwärmeerzeugung genutzt werden. Da das Abgas im Abgassammler bei niedriger Rücklauftemperatur des Heizkreises bis unter den Taupunkt des Wasserdampfes abgekühlt werden kann, sind an dieser Stelle der Einsatz von feuchtunempfindlichen Bauteilen und der Einbau eines Kondensatablaufes erforderlich.

Da der multifunktionale Kamin als raumluftunabhängiges Gerät (Gasgeräteart C) arbeiten soll, wurde die Frischluftzuführung über einen konzentrischen Geräteanschluss (Luft-Abgas-System) realisiert, über dessen Ringspalt die Frischluft ins Geräteinnere angesaugt wird. Die Zusammenführung der Abgase beider Brennersysteme, die im Überdruck arbeiten, erfolgt im Gerät über eine Kaskadenschaltung, die die Abgase über das Innenrohr des Luft-Abgas-Systems aus dem Gerät transportieren. Auf diese Art und Weise kann dem Abgas weitere Wärme entzogen und an die Frischluft übertragen werden. Durch die Vorwärmung der Frischluft kann damit der Wirkungsgrad des Gerätes weiter verbessert werden.

Beim Bau des ersten Funktionsmusters musste festgestellt werden, dass einige Änderungen im konstruierten Kamingrundkörper nötig sind, um insbesondere die hydraulische Verbindung der Gerätekomponenten zu ermöglichen bzw. zu vereinfachen. Diese Änderungen sollen in einem zweiten Funktionsmuster berücksichtigt werden.

2.7.2 Test des dualen Brennersystems

Um erste Tests des Funktionsmusters durchführen zu können, wurde das Gerät an einen Versuchsstand des ZE angeschlossen. Damit konnte sowohl die Medienversorgung, als auch eine Bilanzierung der bezogenen und abgegebenen Energieströme gewährleistet werden. Den Messstellenplan zur Bilanzierung des multifunktionalen Kamins zeigt die Abbildung 9. Die Messdaten der dargestellten Messstellen wurden mit Hilfe eines Datenloggers einmal pro Sekunde ausgelesen und als Minutenmittelwerte aufgezeichnet.

Nach der Installation aller Gerätekomponenten erfolgte ein erster Test des Funktionsmusters. Dabei wurde festgestellt, dass sowohl das Brennwertgerät, als auch das dekorative Sichtfeuer prinzipiell funktionsfähig sind.

Der Brennraum des dekorativen Sichtfeuers wurde durch den Einbau spezieller Dichtungen an der Tür und um den Mattenbrenner gemäß den Vorgaben der Technischen Regel für Gasinstallationen (DVGW-TRGI) gasdicht ausgeführt, damit keine Abgase in den Aufstellraum des Gerätes und in das Geräteinnere gelangen können.

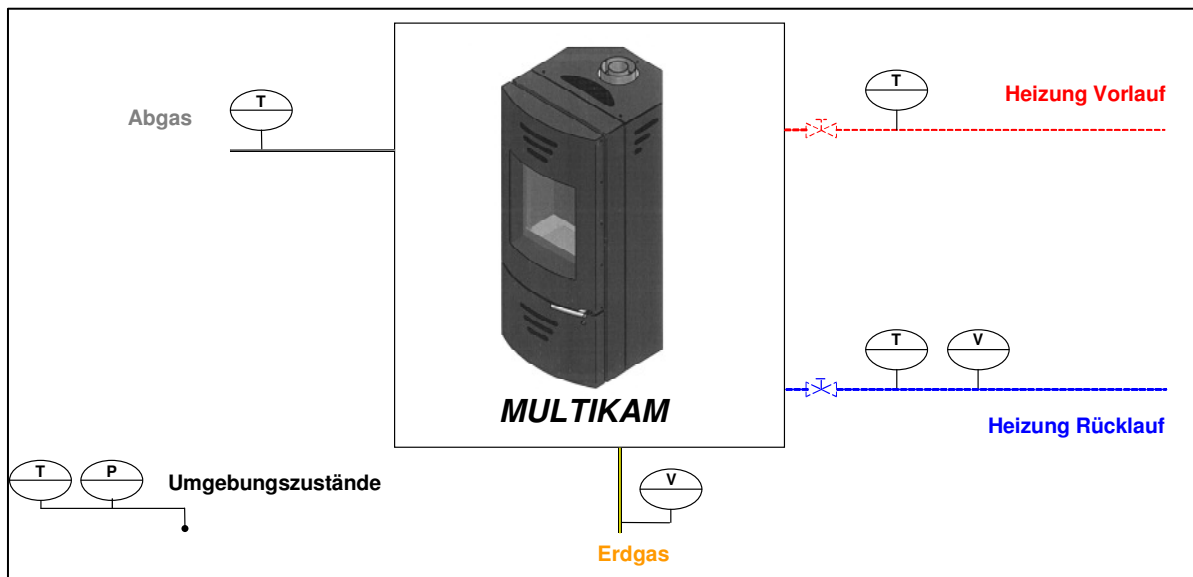


Abbildung 9: Messstellenausrüstung zur Bilanzierung des multifunktionalen Kamins

Auf Grund dieser gasdichten Ausführung kann das dekorative Sichtfeuer auch nur mit der vom Gebläse zugeführten Luftmenge arbeiten. Aus diesem Grund war es nicht möglich, die Brennereinstellungen derart zu verändern, um ein dekoratives Flammenbild zu erzeugen. Da bei den durchgeführten Vorversuchen immer eine gelbliche Flammenausbildung möglich war, muss immer eine gewisse Falschlufthemenge zur Verfügung gestanden haben. Wie bereits im Abschnitt 2.1.3 dargestellt wurde, kann ein dekoratives Flammenbild nur durch eine gestufte Verbrennungsluftzuführung realisiert werden. Diese wurde daraufhin durch den Einbau eines zweiten Gebläses und einer um den Mattenbrenner angeordneten, sekundären Luftzuführung realisiert. Damit war es möglich, wieder ein ansprechendes, dekoratives Flammenbild zu erzeugen. Die Regelung des Sekundärluftgebläses wurde parallel zu Regelung der Primärluft über einen stufenlosen Einstellregler (Potentiometer) realisiert. Damit konnte auch die Forderung erfüllt werden, das dekorative Sichtfeuer individuell, im Bereich zwischen 3 und 8 kW (Brennstoffleistung) anpassen zu können.

2.7.3 Optimierung des dualen Brennersystems

Nach den ersten Tests des dualen Brennersystems wurden mit dem Projektpartner, der Fa. Kiefel Geräte- und Metallbau GmbH & Co. KG nötige Änderungen und Optimierungen am Kamingrundkörper (s. Abschnitt 2.7.1) und am dekorativen Brenner diskutiert, die in einem zweiten Funktionsmuster realisiert werden sollen.

Hauptschwerpunkte dieser geplanten Veränderungen betreffen folgende Bauteile:

- Reduzierung der Stärke des Gehäusematerials von 4 mm auf 3 mm (Gewichtersparnis)
- Änderung der Position der Medienanschlüsse

- Verbesserung der thermischen Isolierung zwischen Brennraum und Brennwertgerät (Rückwand des Brennraumes wurde zu heiß)
- Einsatz von korrosionsbeständigen Materialien (Edelstahl) im Bereich des Abgaswärmeübertragers
- Umhausung des Mattenbrenners zur Optimierung der sekundären Verbrennungsluftzuführung
- Vereinfachungen an der Tür (ohne Griff - darf nicht durch Betreiber zu öffnen sein)
- Veränderung der Position des dekorativen Brenners (Abstand zur Tür muss geringer sein)
- Einbau sicherheitsrelevanter Bauteile in Hinsicht auf die Prüfung des Gerätes durch eine Prüfstelle

Dieses zweite, optimierte Funktionsmuster soll im Hinblick auf die Markteinführung des multifunktionalen Kamins zur Durchführung weiterer Untersuchungen im Jahr 2011 gebaut werden.

2.8 AP14: Bewertung und Dokumentation der Ergebnisse

Während der durchgeführten Untersuchungen am ersten Funktionsmuster wurden insbesondere Messungen am dekorativen Sichtfeuer und am Abgaswärmeübertrager durchgeführt. Dabei kam die in der Abbildung 9 dargestellte Messstellenausrüstung und ein Abgasdiagnosesystem vom Typ VISIT 02 zum Einsatz.

In der

Abbildung 10 sind beispielhaft die Verläufe des Gasbezuges, der thermischen Leistung und des thermischen Nutzungsgrades über einen Zeitraum von 15 Minuten dargestellt. Es wird sichtbar, dass bei einem Gasbezug von ca. 3,7 kW zwischen 30 und 50 Prozent der eingesetzten Brennstoffenergie mit Hilfe des Abgaswärmeübertragers aus dem Abgas gewonnen und an den angeschlossenen Heizkreis übertragen werden können. Die übrige, durch den Brennstoff zugeführte Energie wird durch Wärmestrahlung, durch konvektive Wärmeübertragung über die Oberfläche des Kamingehäuses und über die verbliebene Abgaswärme vom Gerät abgegeben.

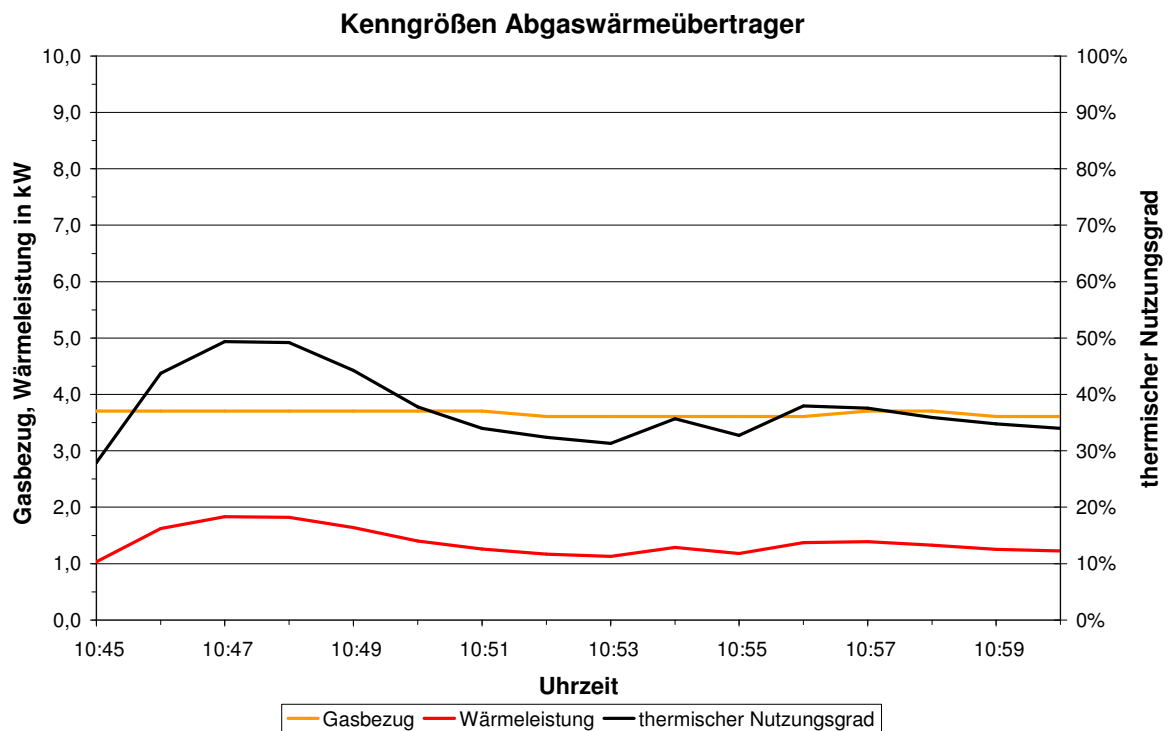


Abbildung 10: Ermittelte Kenngrößen des Abgaswärmeübertragers

In der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind die Ergebnisse von zwei beispielhaften Abgasmessungen zusammengestellt, die mit Hilfe des Abgasanalyzesystems beim Betrieb des dekorativen Sichtfeuers (gutes Flammenbild, Einsatz von Holzimitaten) durchgeführt wurden.

Es wird sichtbar, dass die im Abschnitt 2.1.3 dargestellte Problematik der Schadstoffbildung beim dekorativen Sichtfeuer des Gaskamins durchaus relevant ist. Das betrifft insbesondere die Emission von Kohlenmonoxid, die relativ hoch ist.

Für die Emission von Kohlenmonoxid gelten gesetzliche Grenzwerte, die eine Höchstgrenze von 1.000 ppm vorschreiben (DIN EN 483 – Heizkessel für gasförmige Brennstoffe ≤ 70 kW). Die gemessenen CO-Konzentrationen (maximal 482 ppm) unterschreiten die gesetzlichen Vorgaben, sind aber wesentlich höher als beim alleinigen Betrieb des Brennwertgerätes (ca. 20 ppm).

Tabelle 2: Ergebnisse durchgeführter Abgasmessungen am dekorativen Sichtfeuer

		Messung 1	Messung 2
thermische Leistung	kW	0,9	1,4
Vor- / Rücklauf­temperatur des Heizkreises	°C	52 / 43	50 / 35
feuerungstechnischer Wirkungsgrad	%	95,9	96,2
Abgastemperatur	°C	49	46
Abgasverlust	%	4,1	3,8
Luftverhältnis		4,2	4,3
O ₂	%	16,0	16,2
CO (unverdünnt)	ppm	467	482
CO ₂	%	2,9	2,8
NO _x (unverdünnt)	ppm	6	5

Das eingebaute Brennwertgerät besitzt einen Normnutzungsgrad (bezogen auf den Heizwert des Brenngases) von maximal 109 Prozent (Herstellerangaben). Die ermittelten feuerungstechnischen Wirkungsgrade, die auf den Heizwert des Brenngases bezogen sind, lagen beim Betrieb des dekorativen Sichtfeuers über 95 Prozent und zeigen, dass der geforderte Gesamtwirkungsgrad des dualen Brennersystems von über 95 Prozent erreicht werden kann.

Weitere Messungen und Langzeitversuche sollen am zweiten Versuchsmuster durchgeführt werden. Diese sind insbesondere auch beim kombinierten Betrieb beider Brennersysteme geplant.

Die

Abbildung 11 zeigt eine Ansicht des ersten Versuchsmusters des multifunktionalen Kamins beim Betrieb des dekorativen Sichtfeuers.



Abbildung 11: Ansicht des ersten Versuchsmusters

3 Darstellung der erreichten Ergebnisse

Die Zielstellung im FuE-Vorhaben konnte in den wesentlichen Punkten erreicht werden. Von den Kooperationspartnern wurde ein multifunktionaler Kamin mit einem dualen Brennersystem entwickelt, der folgende Eigenschaften aufweist:

- duales Brennersystem, bestehend aus einem dekorativen Sichtfeuer (Gaskamin) und einem im Kaminofengehäuse integrierten Heizgerät,
- Gesamtwirkungsgrad des Gesamtsystems größer als 95 Prozent,
- voneinander unabhängiger Betrieb beider Brennersysteme,
- Raumluft unabhängige Verbrennung mit Wärmerückgewinnung.

Im Teilvorhaben der DBI-GTI gGmbH bildete dabei entsprechend FuE-Antrag das Verbrennungskonzept und die Verbrennungstechnik den Schwerpunkt der FuE-Arbeiten.

Die Ergebnisse bisheriger Untersuchungen zeigen, dass durch das entwickelte Verbrennungssystem ein Wirkungsgrad von größer als 95 Prozent erreicht werden kann. Der Gesamtwirkungsgrad des Gerätes ist jedoch abhängig von der Rücklauftemperatur des angeschlossenen Heizkreises. Insbesondere beim Brennwertgerät ist ein Wirkungsgrad von über 100 Prozent (bezogen auf den Heizwert des Brenngases) bei zumindest teilweiser Kondensation des im Abgas vorhandenen Wasserdampfes möglich.

4 Erläuterung, wie und wann die Ergebnisse der FuE-Kooperation verwertet werden sollen

Mit dem Vorhaben werden nunmehr kleinere „Thermoprozessanlagen“ – Kamine – in die Arbeitsfelder der ZE integriert und die neue Klientel Haushalt und Gewerbe erschlossen. Damit werden die FuE-Potenziale des Antragstellers sowohl fachlich als auch marktseitig erweitert. Know how aus dem Gebiet der Thermoprozessstechnik konnte in die FuE-Arbeiten einfließen. Gleichzeitig werden Erkenntnisse aus dem vorliegenden Projekt in die FuE zu industriellen Thermoprozessanlagen übernommen.

Wesentlichstes wirtschaftliches Zielkriterium ist es, einen Kamin auf den Markt zu bringen, der preislich und hinsichtlich seiner technischen Parameter konkurrenzfähig ist. Das im FuE-Projekt konzipierte Produkt vereinigt in sich die Funktionen eines gasbeheizten Kamins und eines Heizkessels.

Auf Basis der vom Antragsteller KIEFEL vorgelegten Produktkalkulation wird für den neuen Kamin mit einem Einstiegspreis von 3.600,00 € und einem Preis für das Serienprodukt von 2.800,00 € kalkuliert. Damit wäre das neue Produkt gegenüber den meisten Kombinationen Kamin/Kessel konkurrenzfähig.

Bevor das Produkt die Marktreife erreichen kann, sind weitere Untersuchungen, Optimierungen und Langzeittests am Gerät nötig, um die erreichten Betriebsparameter bestätigen und die Stabilität des Systems unter möglichen Betriebsbedingungen nachweisen zu können.

5 Einschätzung der Marktaussichten der Ergebnisse und erwartete Auswirkungen auf die Unternehmensentwicklung

Bereits im Vorfeld der Beantragung des Projektes wurde durch die Partner recherchiert, welche Marktchancen sich für das künftige Projektergebnis ergeben, um auf diesem Wege die angestrebten wirtschaftlichen Effekte realisieren zu können. Als wesentlichste vermarktungsrelevante Merkmale des Projektergebnisses wurden fixiert:

- Ergebnis des Projektes wird ein gasbefeuerter Kamin sein, der mit einem Preis von etwa 2.800 € preislich auf dem Markt konkurrieren kann.
- Der potentielle Markt ist deutschland- und europaweit vorhanden. Er ist seit längerem im Wachsen begriffen. Insbesondere durch die Einbeziehung des spanischen Partners erwarten wir die Erschließung neuer Absatzkanäle.
- Der potentielle Markt kann durch die Verdrängung feststoffbeheizter Kamine erweitert werden. Hierfür bestehen viele Vorteile erdgasbetriebener Geräte.
- Das Projektergebnis (Betrieb mit Erdgas, Schnittstellen für erneuerbare Energien) bietet hierfür sehr gute Voraussetzungen.
- Das Ergebnis ist für potentielle Käufer auch deshalb interessant, weil es die bisherige Funktion „dekoratives Flammenbild“ mit der Nutzfunktion „Wärmeerzeugung“ kombiniert.
- Die zu erzielenden Effekte werden nicht in einem langen und mühsamen Prozess erreicht, sondern treten recht kurzfristig ein, nämlich mit jedem produzierten und installierten Kamin.

6 Form der gemeinsamen, zukünftigen Verwertung

Federführend bei der Vermarktung in Deutschland wird der Partner KIEFEL sein, der bereits über ein funktionierendes Vertriebsnetz verfügt. Gleiches gilt für den Partner CENTRO bezüglich Spanien. Die FuE-Einrichtung wird entsprechend den Festlegungen der Kooperationsvereinbarung an den Erlösen beteiligt. Als „Leitdokument“ für die Markteinführung wird in der ersten Phase des Projektes ein Verwertungsplan erarbeitet, der im Verlaufe des Projektes auf Basis aktueller Ergebnisse ständig präzisiert wird. Die Realisierung des Verwertungsplanes ist ein wesentliches Element der Projekt-Erfolgskontrolle. In den Verwertungsplan werden die wesentlichen o.g. marktrelevanten Merkmale des Projektergebnisses einfließen.

7 Fortschreibung Konzept Erfolgskontrolle

Für den ZE ergeben sich Ansätze für neue Forschungsprojekte auf dem Gebiet der Verbrennungstechnik, insbesondere bei Kleinf Feuerungsanlagen.

Ein weiterer Ansatz ist die Weiterführung der Arbeiten, finanziell unterstützt durch das Programm innovationsunterstützende Dienstleistungen. Dazu laufen momentan Beratungen mit der Fa. Kiefel Geräte- und Metallbau GmbH & Co. KG.

Neben der erwähnten versuchstechnischen Weiterführung soll auch die Prüfung auf Gebrauchsmusterschutz erfolgen. Veröffentlichungen werden erfolgen in der DVGW-Zeitschrift energie wasser-praxis. Weiterhin wurde Kontakt mit der EON-Ruhrgas, einem der bedeutendsten Gasversorger Deutschlands aufgenommen, um die Problematik zu sensibilisieren und neue Absatzmöglichkeiten zu schaffen.

Literaturverzeichnis

- [1] ASUE – Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.: Energie Erdgas: Effiziente Technik und erneuerbare Energien. Verlag Rationeller Erdgaseinsatz, Kaiserslautern, 2008
- [2] R. Rawe: Handbuch Gasinstallation in Wohngebäuden. Ruhrgas AG Essen, Verbundnetz Gas AG Leipzig, 2001
- [3] H. Schulte: Innovative Gasgerätetechnik - Thesen und Tendenzen. Zeitschrift für wirtschaftliche und umweltfreundliche Energieanwendung, 6/1997
- [4] www.deco-gasgeraete.de: Gasbrenner für dekorative Feuer. DECO Gas Geräte GmbH
- [5] www.rhenag.de: Die Wärme sehen. Kundenmagazin der rhenag, September 2003
- [6] H.-R. Tränkler, T. Flaschke: Zukunftsmarkt intelligentes Haus. 4. Dresdener Sensor-Symposium, Dresden, 6.-8. Dezember 1999
- [7] G. Böhm: Brennwertnutzung bei Öl und Gas. Buderus Heiztechnik GmbH, 2003
- [8] Cerbe, G.: Grundlagen der Gastechnik. 5. völlig neu bearbeitete Auflage, Carl Hanser Verlag, 1999
- [9] Technische Regel Gasbeschaffenheit (G 260). DVGW e.V., Bonn, 2007
- [10] Technische Regel für Gasinstallationen (DVGW-TRGI). DVGW e.V., Bonn, 2008