

Stefan Aigenbauer, Wilhelm Moser,
Christoph Schmidl

Endbericht Neue Öfen 2020

Der Ofen der Zukunft – Maßnahmen zur
Umsetzung des höchstmöglichen Standes
der Technik von Öfen für stückige
Holzbrennstoffe

Datum 15. März 2018
Nummer 475 TR nK-I-1-55 01

Projektleitung Christoph Schmidl
christoph.schmidl@bioenergy2020.eu

Mitarbeit Stefan Aigenbauer, Wilhelm Moser, Leopold
Lasselsberger (FJ-BLT), Emmanuel Padouvas (TU-W)

Projektpartner FJ-BLT Francisco Josephinum - Biomass, Logistic,
Technology; TU Wien, Institut für Verfahrenstechnik,
Umwelttechnik und technische Biowissenschaften

Projekträger RIKA Innovative Ofentechnik GmbH, Schiedel AG,
wodtke GmbH, Rüegg Cheminée AG

Projektsponsoren Austroflam GmbH, WAMSLER Haus- und
Küchentechnik GmbH, Dr Pley Environmental GmbH,
Lohberger Heiz- und Kochgeräte Technologie GmbH,
HARK GmbH & Co. KG

Projektnummer nk-1-1-55; FFG Projektnummer 818948

Projektlaufzeit 01. März 2009 - 30. September 2011

Mit Unterstützung von Dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und
Energiefonds gefördert und im Rahmen des
Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.

BIOENERGY 2020+ GmbH

Standort Wieselburg

Gewerbepark Haag 3
A 3250 Wieselburg
T +43 (0) 7416 52238-10
F +43 (0) 7416 52238-99
office@bioenergy2020.eu
www.bioenergy2020.eu

Firmensitz Graz

Innfeldgasse 21b, A 8010 Graz
FN 232244k
Landesgericht für ZRS Graz
UID-Nr. ATU 56877044





Endbericht Neue Öfen 2020

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Status Quo	7
2.1	Marktbeschreibung	7
2.1.1	Bestand	7
2.1.2	Verkaufszahlen	8
2.1.3	Vertriebswege für Einzelöfen	10
2.1.4	Verkaufspreise	11
2.1.5	Marktanteil österreichischer Hersteller	12
2.1.6	Zukünftige Marktentwicklung	12
2.1.7	Brennstoffe	14
2.1.8	Einsparung an CO ₂ -Emissionen und Luftschadstoffen in Österreich	15
2.2	Zusammenfassung der derzeit gültigen Regelwerke	16
2.2.1	Europäische Regelwerke für die Typenprüfung	16
2.2.2	Kritik an aktuellen Prüfmethoden	20
2.2.3	Staubmessung und Wirkungsgradbestimmung	22
2.3	Regelwerke für das Inverkehrbringen von Feuerungsanlagen	24
2.4	Wiederkehrende Überprüfung	28
2.5	Möglichkeiten des Vertriebs von nicht typengeprüften Öfen	29
2.6	Wirkungsgrad und Emissionen am Stand der Technik	30
2.7	Einfluss des Nutzungsverhalten	32
2.7.1	Brennstoffwassergehalt	32
2.7.2	Brennraumbeladung	33
2.7.3	Manuelle Luftregelung	34
3	Höchst möglicher Stand der Technik	35
3.1	Einleitung	35
3.2	Definition des höchstmöglichen Stand der Technik	36
3.3	Technologische Grundlagenentwicklung	37
3.4	Primärmaßnahmen	37
3.4.1	Verbrennungstemperaturen	38
3.4.2	Verweilzeit	42
3.4.3	Durchmischung	43
3.4.4	Reduktion der Staubemissionen	45
3.4.5	Luftüberschuss	46
3.4.6	Verbrennungsregelung	48
3.5	Sekundärmaßnahmen	54
3.5.1	Oxidationskatalysator	54
3.5.2	Kermikschaumfilter	59
3.5.3	Elektrofilter	65

3.6	Untersuchungen mit Prototyp	67
3.7	Entwicklungsguideline	71
4	Maßnahmenvorschläge	75
4.1	Projektvorschläge für die technologische Umsetzung – Entwicklung der Ofenprüfung 2020	75
4.2	Normierungsvorschläge	76
4.3	Grundlagen für gesetzliche und behördliche Regelungen	77
4.4	Vorschlag für unterstützende Förderungen	78
4.5	Weiterer Maßnahmenvorschlag – Gründung eines Ofenverbandes	78
5	Ergebnisse und Schlussfolgerungen	80
6	Ausblick und Empfehlungen	81
7	Literaturverzeichnis	82
8	Anhang	85
8.1	Zusammenfassung Workshop Status Quo	85
8.2	Zusammenfassung Abschlussworkshop „Neue Öfen 2020“	93

1 Einleitung

Im Jahr 2005 waren in Österreich mehr als 4 Mio. Wohnungen in mehr als 2 Mio. Häusern zu beheizen. Die Statistik Austria beziffert für 2001 die Anzahl der Wohnungen, die vorwiegend oder ausschließlich mit Holz-Einzelöfen beheizt werden mit 190.000 Stück. Nicht berücksichtigt dabei sind Holz-Einzelöfen, die nicht als vorwiegendes Heizsystem eingesetzt werden. Aus verschiedenen Gründen, z.B. Behaglichkeit oder Absicherungen vor zu erwartenden Preissteigerungen bei fossilen Brennstoffen, werden Holz-Einzelöfen in großer Zahl in Wohnungen installiert. In den nächsten Jahren wird in Österreich ein deutlicher Zuwachs des Absatzes von Holz-Einzelöfen von derzeit fast 40.000 auf über 70.000 erwartet. Der Exportmarkt Deutschland beziffert den jährlichen Absatz derzeit mit 500.000 Stück (steigend). Demgegenüber steht ein schlechter Stand der bestehenden Technik von Öfen für stückige Holzbrennstoffe (Scheitholz und Briketts), die am Anteil der organischen und elementaren Kohlenstoffverunreinigungen der Atmosphäre wesentlich mitverantwortlich sind.

Ziel des Projektes ist ein Technologiesprung bei Öfen für stückige Holzbrennstoffe im Praxisbetrieb, im Konkreten die Verringerung gasförmiger Emissionen um eine Größenordnung und der partikelförmigen Emissionen um den Faktor 5 sowie eine Steigerung der Energieeffizienz um 20%. Erreicht wird dieses Ziel durch die Ausarbeitung des höchstmöglichen Standes der Technik von Öfen für stückige Holzbrennstoffe und darauf aufbauend die Ausarbeitung von Maßnahmenvorschlägen für nationale und internationale Regelwerke und Steuerungsinstrumente sowie zur verbindlichen Markteinführung von diesen Öfen entsprechend den Erfordernissen von KonsumentInnen und Behörden im Jahr 2020. Dadurch wird die Technologieführerschaft der österreichischen Ofenhersteller abgesichert. Das angestrebte Projektergebnis ist ein mit den relevanten Entscheidungsträgern abgestimmtes Maßnahmenpaket für nationale und internationale Regelwerke und Steuerungsinstrumente, das den Weg für die schnellste mögliche Umsetzung des höchstmöglichen Stands der Technik von Öfen für stückige Holzbrennstoffe für das Jahr 2020 zum Ziel hat.

Im Zuge des Bearbeitungsprozesses wird der Status Quo für Holz-Einzelöfen in den wichtigsten europäischen Ländern erhoben und als Basis für die Evaluierung der zu setzenden Maßnahmen herangezogen werden. Die Überarbeitung von Methoden (Typenprüfung) soll zu aussagekräftigen Kennzahlen für KonsumentInnen, Fördergeber und Behörden führen. Der höchstmögliche Stand der Technik wird erarbeitet und hinsichtlich technologischer Umsetzung und Effizienz evaluiert. Die ausgearbeitete Entwicklungs-Guideline für Ofenhersteller unterstützt die industrielle Umsetzung emissionsarmer Öfen. Gemeinsam mit relevanten Entscheidungsträger von Ministerien, Ländern, Fachnormenausschüssen, akkreditierten Prüfstellen, Ofenherstellern und Interessenvertretungen wurden Maßnahmenvorschläge für nationale wie auch internationaler Regelwerke und Steuerungsinstrumente ausgearbeitet.

Der Beitrag des Projektes Neue Öfen zu den systembezogenen Zielen des Förderprogramms:

- Reduktion des Verbrauchs fossiler und nuklearer Energieträger
- Verbesserung der Umwandlungseffizienz
- Entwicklung intelligenter und robuster Energiesysteme
- Entwicklung von Schlüsseltechnologien
- Multiplizierbarkeit, Hebelwirkung und Signalwirkung
- (Kosten-)Effizienz der Treibhausgas-Reduktion: Euro pro Tonne CO₂-Äquivalent pro Jahr, über die Kyoto-Periode und über die technisch-wirtschaftliche Nutzungsdauer der Investitionen

Der Beitrag des Projektes Neue Öfen zu den technologiestrategischen Zielen des Förderprogramms:

- Unterstützung von Innovationssprüngen (z.B. „Faktor10- Technologien“)
- Verbesserung der Innovationsfähigkeit von Betrieben
- Erhöhung des inländischen Wertschöpfungsanteils im Energiesystem
- Forcierung von Kooperationen und Partnerschaften zwischen Wissenschaft und Wirtschaft
- Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch verbesserte Ressourceneffizienz
- Verstärkung interdisziplinärer Kooperationen und des Systemdenkens
- Verstärkung internationaler Kooperationen und Ausbau der internationalen Führungsrolle
- Förderung von Qualifikationen im Energie- und Klimaschutzbereich und Ausbau des Forschungsstandortes
- Stärkung der Technologie- und Klimakompetenz österreichischer Unternehmungen
- Kooperationen mit Gebietskörperschaften und Unternehmungen aus Industrie, Energie- und Versicherungswirtschaft

Das Projekt und der inhaltliche Teil dieses Berichts (Kapitel 2,3 und 4) ist in drei Abschnitte gegliedert:

- Bestimmung des Status Quo von Öfen für stückige Holzbrennstoffe durch: Interviews von Öfenherstellern und Branchenvertretern, Literaturrecherche, Messungen am Versuchsstand
- Ermittlung des höchstmöglicher Stands der Technik für das Jahr 2020 durch: Versuchsstandserstellung, Prototypenerstellung, Experimentelle Forschung, Methodenentwicklung, Leitfadenerstellung
- Ausarbeitung von Maßnahmen zur Umsetzung des höchstmöglichen Stands der Technik durch: Workshops mit relevanten Entscheidungsträgern

2 Status Quo

2.1 Marktbeschreibung

Im Folgenden werden relevante Marktdaten zum Bestand und Verkaufszahlen von Einzelöfen für wesentliche Länder in Europa dargestellt. Grundlage hierfür bilden Marktstudien und statistische Länderberichte, welche durch Befragungen von Herstellern und Branchenkennern aus Österreich, Deutschland und der Schweiz überprüft werden.

Quellen sind:

- Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs, Lot 15 Solid fuel small combustion installations [Mudgal et al 2009a, Mudgal et al 2009b, Mudgal et al 2009c]
- MSI Marktstudie (MSI Marketing Research for Industry Ltd.) : Marktstudie zu Feuerstätten in DE, AT, CH [MSI 2006]
- Landwirtschaftskammer Niederösterreich (LK NÖ 2008, 2009): Biomasseheizungserhebung für AT [Haneder 2009]
- Vorläufiger Endbericht „Marktbeschreibung – Einzelöfen in Österreich“ (e7 Energie Markt Analyse GmbH)
- Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2010 [Biermayr et al 2011]
- Experteninterviews durchgeführt durch BE2020+
- HKI Industrieverband Haus-, Heiz und Küchentechnik e.V. Veröffentlichung Absatzzahlen der Mitglieder in DE [HKI 2009]

2.1.1 Bestand

In Tabelle 2.1 sind die aktuellen Bestandszahlen für installierte Feuerstellen in den marktrelevantesten Ländern in Europa dargestellt. Dabei können Deutschland mit 14 Mio., Italien mit 10,5 Mio. und Frankreich mit mehr als 6 Mio. installierten Heizgeräten¹ als die wichtigsten Nutzer direkter Heizgeräte festgestellt werden [Mudgal et al 2009b]. In Deutschland befinden sich etwa 90 % der Einzelöfen in Teilbetrieb [MSI 2006].

¹ Die Anzahl tatsächlich genutzter Heizgeräte mag, wie in Tabelle 2.1 aufgezeigt, in z.T. beträchtlichem Ausmaß von den installierten Heizgeräten abweichen. Dennoch ist in den aufgeführten Ländern mit dem höchsten Bestand an direkten Heizgeräten in Europa zu rechnen.

Land	Gesamtzahl direkter Heizgeräte
Österreich	480.000
Deutschland	14.000.000
Italien	10.500.000
Frankreich	6.110.000

Tabelle 2.1: Installierter direkter Heizgeräte (Feuerstätten, Öfen, gekoppelte Koch-Heizgeräte) in den wichtigsten Europäischen Ländern

Quelle: [Mudgal et al 2009b]

Die Gesamtzahl an Einzelöfen in Europa, einschließlich manuell und automatisch beschickter Pelletsöfen, Speicheröfen und Kachelöfen, wird auf 26 Millionen Stück geschätzt.

Basis hierfür sind verfügbare Daten in einer begrenzten Anzahl europäischer Länder. Darin eingeschlossen sind mindestens 637.000 Pelletsöfen. Gleichmaßen wird die Anzahl bestehender Kochgeräte in Europa auf 7.594.000 Stück geschätzt [Mudgal et al 2009b].

Auf Basis der Relationen in Verkaufszahlen kann der aktuelle Bestand an Einzelöfen für Scheitholz in marktrelevanten Ländern abgeschätzt werden (siehe Tabelle 2.2). Demnach sind in Deutschland die mit Abstand meisten Einzelöfen installiert. In Italien und Frankreich gibt es einen vergleichsweise geringen Bestand von 1,3 Mio. bzw. rund 0,9 Mio. Einzelöfen. In Österreich liegt der prozentuale Anteil von Einzelöfen mit fast 50 % sehr hoch.

Land	Gesamtzahl an Einzelöfen
Österreich	238.000
Deutschland	5.816.000
Italien	1.268.000
Frankreich	2.505.000
EU-27	25.901.000

Tabelle 2.2: Anzahl installierter Einzelöfen in europäischen Ländern

Quelle: [für Einzelöfen: eigene Berechnung auf Basis von Relationen in Mudgal et al 2009b; Peker 2008; MSI 2006; Pelletsöfen: Mudgal et al 2009b]

2.1.2 Verkaufszahlen

Die in Österreich verkauften Stückzahlen von mit Biomasse befeuerten Öfen und Herde wurden auf Basis von Herstellerbefragungen für die Jahre 2008 bis 2010 erhoben. Die Ergebnisse der Erhebung sind in Abbildung 2.1, Seite 9 dargestellt.

Im Jahr 2010 wurden in Österreich demnach 26.100 mit Stückgut befeuerte Kaminöfen abgesetzt, wobei eine geringfügige Zunahme der verkauften Stückzahl zum Vorjahr zu beobachten war.

Bei den mit Holz befeuerten Herden konnte der Absatz ebenfalls leicht gesteigert werden, im Jahr 2010 lag dieser bei 8.210 Stück. Beim Verkauf von Pelletsöfen konnte vom Jahr 2009 auf das Jahr 2010 ein Anstieg der Verkaufszahlen von über 15 % beobachtet werden, wobei im Jahr 2010 in Österreich insgesamt 3.273 Pelletsöfen verkauft werden konnten. Im Vergleich zum Vorjahr ist 2010 der Umsatz der österreichischen Ofen- und Herdbranche trotz höherer Stückzahlen leicht gesunken. Ursache sind die gesunkenen Durchschnittspreise beim stärksten Segment, den Kaminöfen, sowie ein etwas erhöhter Import.

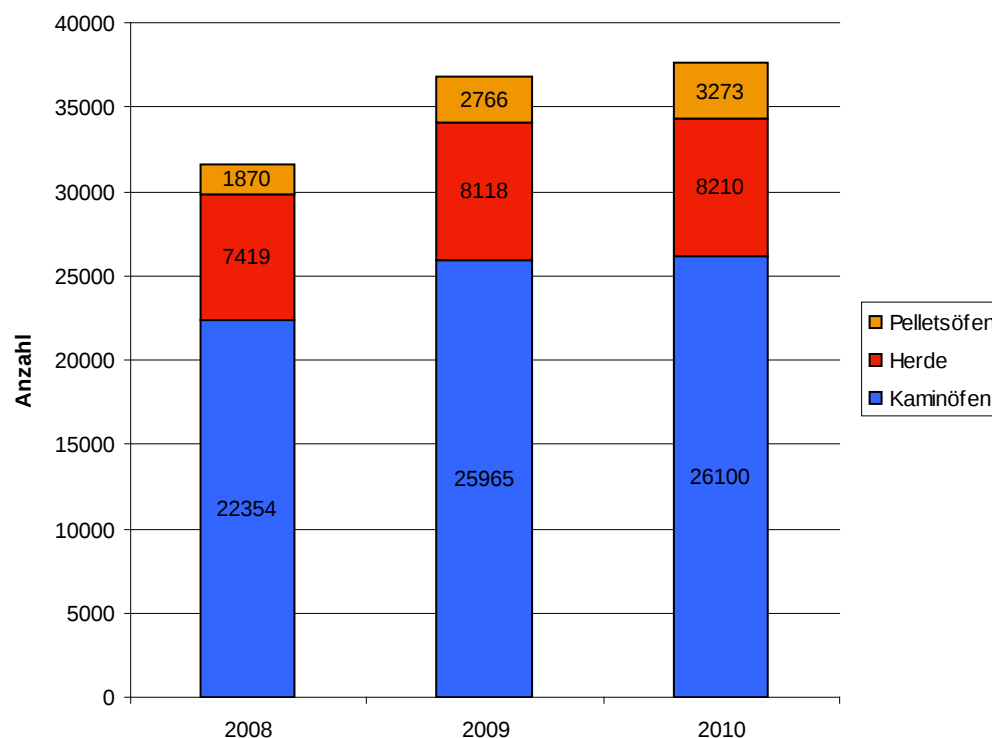


Abbildung 2.1: In Österreich verkaufte Pelletsöfen, Herde und Kaminöfen

Quelle: Biermayr et al 2011

Die Absatzentwicklung von Einzelheizgeräte bis 2008 des Deutschen Marktes ist in Abbildung 2.2, Seite 10 dargestellt. Anhand der Verkaufsspitze 2008 sind die enormen Schwankungen im Absatz zu erkennen. Mittelfristig steigen die Verkaufszahlen kontinuierlich.

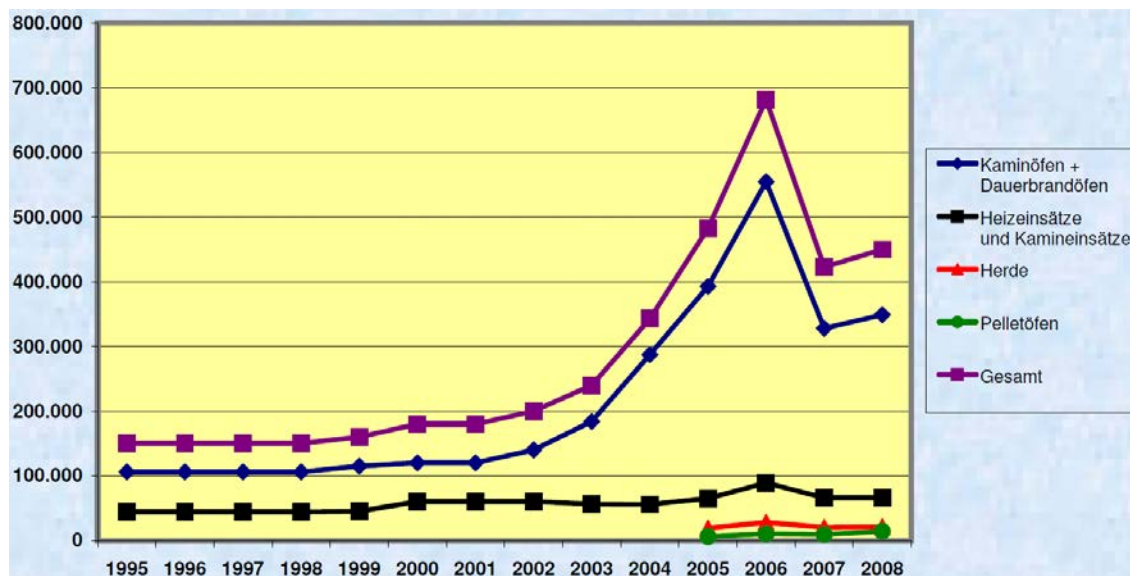


Abbildung 2.2: Absatzentwicklung Einzelheizgeräte Deutschland

Quelle: [HKI 2009]

2.1.3 Vertriebswege für Einzelöfen

In Österreich und Deutschland wird der Großteil der Einzelöfen im Baumarkt verkauft (Abbildung 2.3). Diese Vertriebsschiene gewinnt aufgrund des hohen Preisbewusstseins der Kunden und der Gewinnung neuer Käuferschichten sowohl in Deutschland als auch Österreich beständig an Bedeutung (siehe auch Verkaufspreise Kapitel 2.1.4). Hier ist der Verkauf über den Fachhandel mit 25 % und vor allem der Direktvertrieb über das Internet oder den Versandhandel (Österreich 5 %, Deutschland 10 %) weniger ausgeprägt. Dies erlaubt jedoch noch keine Aussage über die Qualität oder das Preissegment der verkauften Produkte im Baumarkt, da auch bekannte Kaminofenhersteller eigene Marken - teilweise durchaus im Niedrigpreissegment - über den Baumarkt vertreiben. Im Fachhandel jedoch werden fast ausschließlich qualitativ hochwertigere Öfen in einer höheren Preisklasse verkauft [MSI 2006].

Dahingegen ist in der Schweiz eine vollkommen andere Vertriebsstruktur etabliert. Hier werden lediglich 14 % der Einzelöfen in Baumärkten verkauft, 85 % werden über den Fachhandel abgesetzt, was mit hoher Wertschätzung von Qualität, persönlicher Produktberatung, Dienstleistungen wie Aufbau des Ofens und Garantieanspruch begründet werden kann. Daher mag auch der Direktvertrieb mit 1 % eine verschwindend geringe Rolle in der Schweiz spielen [MSI 2006].

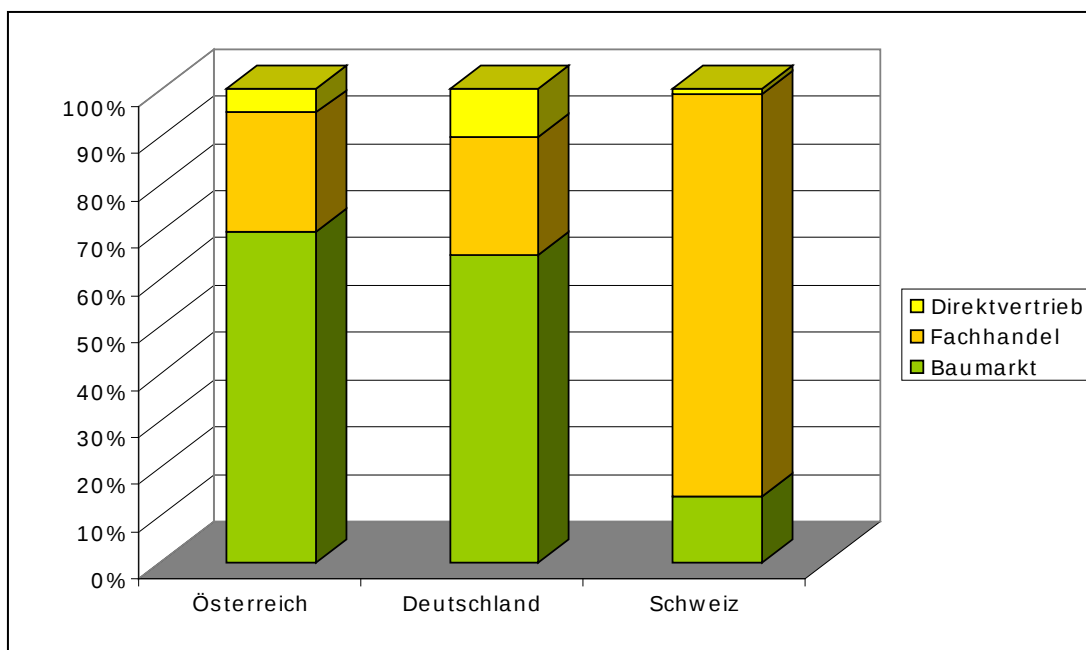


Abbildung 2.3 : Verteilung der im Fachhandel und im Baumarkt verkauften Einzelöfen im Jahr 2007

[eigene Berechnung mit Daten aus MSI 2006]

2.1.4 Verkaufspreise

Der durchschnittliche Verkaufspreis für Einzelöfen liegt in Österreich und Deutschland bei rund 1.300 € (Tabelle 2.3). In der Schweiz liegt der Verkaufspreis mit 1.650 € auf einem höheren Level, was aus dem oben genannten Qualitätsanspruch resultiert. Der Marktwert für Einzelöfen sinkt in Österreich seit 2002 leicht. Im Bereich der qualitativ hochwertigen Öfen ist der Preis im Zuge großer Anzahl industrieller Fertigung von Anfang der 2000er bis 2005 von 3.000 – 4.000 € auf 2.000 € gesunken. In Deutschland ist der Verkaufspreis zwischen 2002 und 2006 um 6 % gesunken, in der Schweiz um 3 % gestiegen. Für Deutschland vorhandene Preisangaben für im Baumarkt verkaufte Einzelöfen belegen, dass ihr Marktwert um bis zu 30 % unter den durchschnittlichen Preisen für Einzelöfen liegt. Der Preis für Einzelöfen aus dem Baumarkt ist außerdem von 2002 bis 2006 um beinahe 10 % gesunken [MSI 2006].

Innerhalb Europas variiert der Konsumentenpreis für manuell beschickte Öfen zwischen 300 und 10.000 €, wobei der Durchschnittspreis bei 2.000 € liegt. [Mudgal et al 2009b].

	2002	2003	2004	2005
Deutschland	1.366	1.312	1.294	1.290
DE Baumarkt-Kaminöfen	1.000	950	930	920
Österreich	1.350	1.329	1.318	1.320
Schweiz	1.600	1.610	1.620	1.630

Tabelle 2.3: Durchschnittlicher Verkaufspreis je Kaminofen in Deutschland, Österreich, Schweiz 2002 bis 2005 in €

[MSI 2006]

2.1.5 Marktanteil österreichischer Hersteller

Aus der Erhebung der österreichischen Ofen- und Herdproduzenten lassen sich die verkauften Stückzahlen im In- und Ausland, Arbeitsplätze und Umsätze ermitteln. Insgesamt verzeichneten die österreichischen Hersteller im Jahr 2010 Umsätze von 89,5 Mio. € und beschäftigten 390 Mitarbeiter. Zusammen mit dem branchenüblichen Handelsfaktor wurde der im Endpreis enthaltene Handelsumsatz und mit einem empirisch relevanten Handelsfaktor für den Beschäftigtenanteil aus den Umweltgesamtrechnungen der Statistik Austria (2009) mit 208.770 € Umsatz je Vollzeitäquivalent die jeweiligen Arbeitsplätze im Handel mit Biomasseöfen und –herden ermittelt. Hieraus ergibt sich die Gesamtzahl von 556 Arbeitsplätzen, die direkt durch die Produktion und Handel von Öfen und Herden in Österreich bestehen und ein Gesamtumsatz von rund 124 Mio. € im Inland (Biermayr et al 2011).

Bezogen auf den Gesamtmarkt (Österreich, Deutschland, Italien und weitere wesentliche Exportländer) mit einem geschätzten Marktvolumen von 500 bis 750 Mio. € besitzen österreichische Ofen- und Herdproduzenten einen Marktanteil von 16 % bis 25 %.

Die gesamte Biomasseheizungsindustrie (Biomasseöfen, -herde und –kessel) hatte im Jahr 2010 einen Gesamtumsatz von 867 Mio. € und eine primäre Beschäftigung von 4.097 Arbeitsplätzen (Biermayr et al 2011).

2.1.6 Zukünftige Marktentwicklung

Die zukünftige Marktentwicklung von Biomasseheizungen wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Diese sind zum Großteil unabhängig von der technologischen Weiterentwicklung der Biomasseheizungen. Äußere Einflussfaktoren auf den Markt sind vor allem der Ölpreis (als Indikator für den Preis fossiler Energieträger), die allgemeine Wirtschaftsentwicklung (als Indikator für das Investitionsumfeld) und direkte Subventionen für den Kauf einer Biomasseheizung oder indirekte Beeinflussung des Marktes durch Subventionen von anderen Heizungssystemen wie für Ölkessel in Österreich (als Indikator für das energiepolitische Umfeld).

Die dargestellten Einflussfaktoren haben unterschiedlich starken Einfluss auf die Marktentwicklung der unterschiedlichen Arten von Biomasseheizungen. So hat die allgemeine Wirtschaftsentwicklung einen großen Einfluss auf das Kaufinteresse von Kaminöfen die als Raumheizer eingesetzt werden. Die in Österreich Austauschprämien für neue Ölkessel hat dagegen einen untergeordneten Einfluss.

Technologisch werden sich die Kaminöfen in Zukunft an die verändernden Gebäude- und Komfortansprüche anpassen müssen. Steigende thermische Gebäudequalitäten führen in Zukunft zu geringeren Wärmebedarf und kleineren Leistungen der Heizsysteme. Durch die stufenweise Verschärfung von Emissionsgrenzwerten werden in Zukunft saubere Kaminöfen im kleineren Leistungsbereich (Nennleistung 2 bis 4 kW) dominierend sein.

Wie in Abbildung 2.4 und Abbildung 2.5 ersichtlich ist, sind die Verkaufszahlen von Einzelöfen in Österreich oder Deutschland kurzfristig kaum vorhersagbar. Mittelfristig steigen die Verkaufszahlen kontinuierlich.

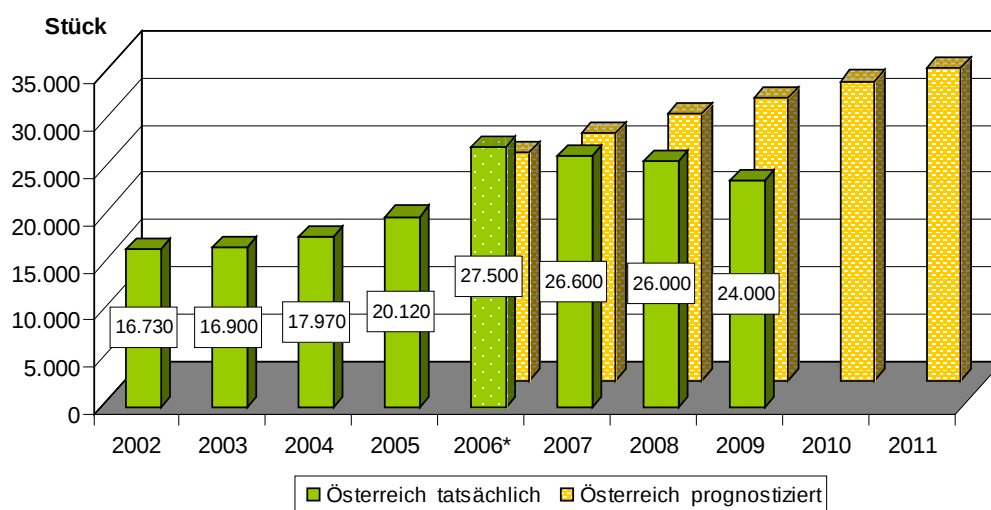


Abbildung 2.4 Absatzentwicklung von Einzelöfen in Österreich

Eigene Darstellung mit Daten aus MSI 2006 (2002-2005 und Prognosedaten); 2007: BIO-IS; 2008: LK NÖ; 2009: BE2020

Im Jahr 2010 wurden im österreichischen Inlandsmarkt 8.131 Pelletskessel, 6.211 typengeprüfte Stückholzkessel und 4.219 Hackschnitzelkessel – jeweils alle Leistungsklassen – abgesetzt. Zusätzlich konnten 3.273 Pelletsöfen, 8.210 Herde und 26.100 Kaminöfen verkauft werden. Die Verkaufszahlen von Biomassekessel sanken in Österreich im Vergleich zu 2009 um 15,7%, jene der Biomasseöfen stiegen um 2,0% (Biermayr et al 2011).

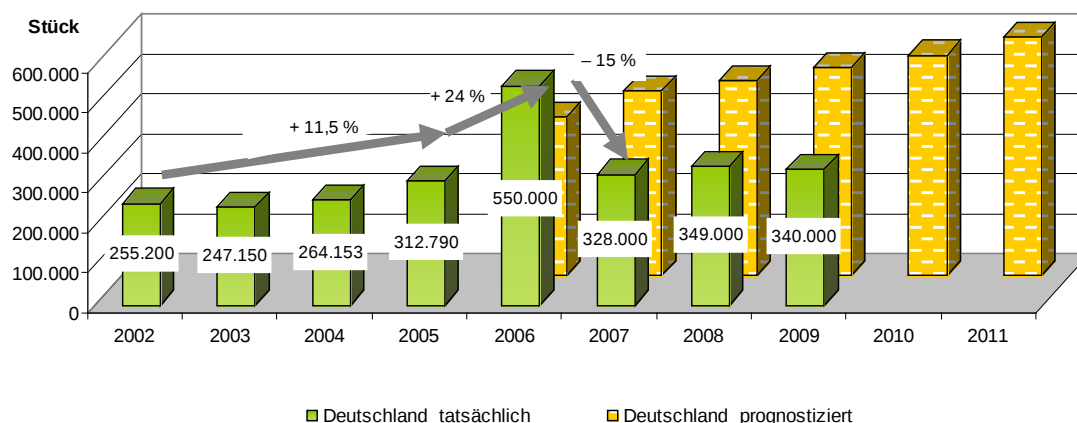


Abbildung 2.5 Absatzentwicklung von Einzelöfen in Deutschland

Eigene Darstellung mit Daten aus MSI 2006 (2002-2005 u. Prognosedaten); HKI (tatsächl. 2006-2009); BIO-IS (Europatrend)

2.1.7 Brennstoffe

Auf Basis unterschiedlicher Länderstudien für Europa haben Mudgal et al [Mudgal et al 2009c] den Energieverbrauch von Biomasseheizungsgeräten berechnet. Länder ähnlicher klimatischer und Wetterkonditionen (gemessen an Heizgradtagen), mit ähnlicher Bedeutung lokaler Kohleproduktion und damit von Kleinf Feuerungen und Länder mit ähnlichem Waldbestand in Ländergruppierungen gefasst, womit fehlende Länderdaten zum Brennstoffeinsatz ergänzt werden konnten. Demnach werden in Österreich und Deutschland vergleichbare Mengen an Energie pro Heizgerät verbraucht. Wird der Energieverbrauch je Heizgerät in Beziehung zur Verteilung des Bestands an Heizgeräten in den Ländergruppen gesetzt, kann der Energieverbrauch nach Ländergruppe ermittelt werden, siehe Tabelle 2.4.

Heizgerät	EU-27 gesamt [GJ/a/Gerät]	Österreich und Deutschland [GJ/a/Gerät]	Italien, Griechenland, Spanien, Portugal [GJ/a/Gerät]	Frankreich, Benelux [GJ/a/Gerät]	Betriebs- stunden pro Jahr [h]
Einzelöfen	21,56	12,58	31,37	57,48	337
Pelletsöfen	45,30	18,07	45,06	82,57	403
Kochgeräte	7,33	3,75	9,36	17,15	112

Tabelle 2.4: Energieverbrauch an festen Biobrennstoffen und Betriebsstunden je Heizgerät und Jahr in der EU-27 und ausgewählten Ländern

[Mudgal et al 2009c]

Mit angenommenen Heizwerten von Prüfbrennstoffen aus der EN 13240 können die eingesetzten Brennstoffmengen pro Heizgerät nach Ländergruppen ermittelt werden (Tabelle 2.5). Der Pelletsofen wird gemessen an Betriebsstunden am stärksten genutzt. Hierin wird auch am meisten Brennstoff umgesetzt. Im Einzelofen werden in Österreich, Deutschland, Italien und Frankreich etwa 70 % der Pellets-Brennstoffmenge verfeuert. In der Ländergruppe Frankreich

und Benelux-Staaten wird am meisten Brennstoff in Kleinfeuerungen (Einzelöfen, Pelletsöfen und Kochgeräten) umgesetzt.

Heizgerät	Brennstoff, Heizwert [MJ/kg]	EU-27 gesamt [in kg]	Deutsch- land [in kg]	Italien [in kg]	Finnland, Schweden, Dänemark [in kg]
Einzelöfen	Fichte, 16 % Wassergehalt (15,4)	797	1028	430	932
	Buche, 16 % Wassergehalt (15,1)	813	1048	439	951
Pelletsöfen	Normpellets (17,1)	1031	1825	237	Na
Kochgeräte	Fichte, 16 % Wassergehalt (15,4)	238	228	Na	269
	Buche, 16 % Wassergehalt (15,1)	242	233	na	274

Tabelle 2.5: Eingesetzte Brennstoffmengen je Heizgerät und Brennstoff pro Jahr in kg

[eigene Berechnung mit Daten aus Mudgal et al 2009c; Heizwerte gemäß EN 13240]

2.1.8 Einsparung an CO₂-Emissionen und Luftschadstoffen in Österreich

Die Berechnung der CO₂-Einsparungen erfolgt nach dem Ansatz der Substitution von nicht erneuerbarer Energie. Es wird angenommen, dass Wärme aus Biomasse den österreichischen nicht erneuerbaren Energiemix des Wärmesektors mit 206,7 gCO₂/kWh Endenergie substituiert [Biermayr et al 2011]. Nimmt man eine mittlere Nennwärmeleistung von 6 kW und eine mittlere Anzahl von Betriebsstunden bei Nennwärmeleistung von 500 Stunden pro Jahr an, dann stellt ein durchschnittlicher Ofen 3000 kWh Nutzwärme pro Jahr zur Verfügung und vermeidet damit jährlich 620 kg CO₂.

Alle Öfen im Österreichischen Bestand vermeiden unter diesen Annahmen etwa 300.000 Tonnen CO₂ pro Jahr, die jährlich verkauften Öfen tragen weitere 15.000 Tonnen CO₂ pro Jahr bei.

Die gültigen österreichischen Emissionsfaktoren für den Bestand von Scheitholz-Einzelöfen betragen 148 mg/MJ Staub und 664 mg/MJ TOC (total organic Carbon) [Wieser et Kurzweil 2004]. Vergleicht man diese Werte mit dem Stand der Technik (siehe Kapitel 2.6) und der besten verfügbaren Technik bzw. dem höchstmöglichen Entwicklungsstand (siehe Kapitel 3.2), ist ersichtlich, dass diese Luftschadstoffe bei gleicher Wärmebereitstellung auf einen Bruchteil reduziert werden können.

Die Staubemissionen könnten mehr als 80 % reduziert werden, die Emissionen an organischen Kohlenwasserstoffen um über 90 %.

2.2 Zusammenfassung der derzeit gültigen Regelwerke

Verantwortlich für die Erstellung von Prüfnormen für Typenprüfungen sind internationale Normungsgruppen. Folgende internationale Normungsgruppen können aufgezählt werden, die sich mit Prüfnormen für Raumheizgeräte befassen:

Standard	Normungsgruppe	Zuständigkeit	Inhalt
CEN	TC 295	EU	Prüfnorm für feststoffbefeuerte Raumheizgeräte mit einer Nennwärmeleistung unter 50 kW
ISO	TC116 SC 3	International	Prüfnormen für feststoffbefeuerte Raumheizgeräte

Tabelle 2.6 internationale Normungsgruppen für Prüfnormen von Raumheizgeräten

Die von den Normungsgruppen erstellten Prüfnormen werden in den jeweiligen Zuständigkeitsbereichen CEN (EU) bzw. ISO (international) angewendet. Die Anwendung und Umsetzung innerhalb der einzelnen Mitgliedsländer erfolgt durch eine nationale Norm zum Beispiel DIN für Deutschland und ÖNORM für Österreich.

2.2.1 Europäische Regelwerke für die Typenprüfung

Die derzeit verwendeten europäischen Regelwerke für die Typenprüfung von Einzelraumfeuerungsanlagen unterscheiden sich im Wesentlichen von der Bauart der Öfen. Für die im Projekt betrachteten Öfen zur Verfeuerung von Scheitholz oder Briketts gibt es eigene Regelwerke für Raumheizer (Dauerbrandöfen und Kaminöfen), Kamineinsätze bzw. Kachelöfen; Herde; Speicheröfen und Saunaöfen. Weitere Unterscheidungsmerkmale sind die Fertigung, der verwendete Brennstoff, die Art der Wärmeabgabe und die Brennstoffzufuhr. In der folgenden Tabelle ist abhängig von diesen Unterscheidungsmerkmalen die Abgrenzung der betrachteten Öfen im Projekt Neue Öfen 2020 dargestellt. Aufgrund dieser Abgrenzung ergeben sich auch die zu betrachtenden Prüfnormen.

	Fertigung	Brennstoff	Wärme-abgabe	Brennstoff-zufuhr	Prüfnorm
Wird im Projekt Neue Öfen 2020 betrachtet	Industriell	Scheitholz, Briketts	Direkt	Manuell	EN12815, EN13229, EN13240, EN15250
Wird nicht im Projekt Neue Öfen 2020 betrachtet	Handwerklich	Pellets, Hackgut	Indirekt, Kombiniert	automatisch	EN14785, EN303-5

Tabelle 2.7: Unterscheidungsmerkmale von Öfen und Abgrenzung im Projekt Neuer Öfen

In der folgenden Tabelle sind alle relevanten Normen für die betrachteten feststoffbefeuerten Raumheizgeräte aufgelistet. Nicht in der Tabelle angeführt ist die Norm für Raumheizgeräte zur Verfeuerung von Holzpellets CEN/EN 14785 da diese im Projekt Neue Öfen 2020 auch nicht betrachtet werden. Die dargestellten Normen sind harmonisiert, dies bedeutet, dass sie verpflichtend in nationales Recht übernommen werden müssen.

Normungs-nummer	Letzter Normentwurf	Anwendung	Titel
CEN/EN 13240	März 2011	Raumheizer (Dauerbrandofen und Kaminöfen)	Raumheizer für feste Brennstoffe – Anforderungen und Prüfung
CEN/EN 13229	Februar 2011	Kamineinsätze, Kachelöfen; offene Kamine	Kamineinsätze einschließlich offene Kamine für feste Brennstoffe - Anforderungen und Prüfungen
CEN/EN 12815	März 2011	Herde	Herde für feste Brennstoffe-Anforderungen und Prüfung
CEN/EN 15250	Dezember 2007	Speicheröfen	Speicherfeuerstätten für feste Brennstoffe - Anforderungen und Prüfverfahren
CEN/EN 15821	Juli 2011	Saunaöfen	Mehrfach befeuerbare Saunaöfen zur Verfeuerung von naturbelassenem Scheitholz - Anforderungen und Prüfverfahren

Tabelle 2.8 Auflistung aller relevanten Normen für feststoffbefeuerte Raumheizgeräte

Die europäischen Normen legen Anforderungen an Auslegung, Herstellung, Ausführung, Sicherheit und Leistungsvermögen (Wirkungsgrad und Emission), Anleitung und

Kennzeichnung fest. Des Weiteren werden zugehörigen Prüfverfahren und Prüfbrennstoffen für die Typprüfung von Feuerstätten für feste Brennstoffe bestimmt.

Die **EN 13240** gilt für freistehende oder eingebaute Raumheizer die mit Feuerraumtüren entweder geschlossen oder geschlossen und offen betrieben werden können. Raumheizer werden ohne funktionale Änderungen definiert. Ohne funktionale Änderung bedeutet eine Veränderung der Verkleidung der Feuerstätte, die die Wärmeabgabe verändert, die Verbrennung jedoch nicht beeinflusst. Hauptfunktion der Raumheizer ist die Erzeugung von Wärme durch Strahlung, Konvektion oder beides. Eine Nebenfunktion der Raumheizer kann auch die Erzeugung von Heizwasser für die zentrale Beheizung sein. Diese Feuerstätten können entsprechend der Bedienungsanleitung des Herstellers entweder feste mineralische Brennstoffe, Torfbriketts, Holzscheite, Holzbriketts oder mehrere dieser Brennstoffe verfeuern. Diese Europäische Norm gilt für nicht mechanisch beschickte Feuerstätten und nicht für Feuerstätten mit Verbrennungsluftgebläse.

Die Norm **EN 13229** gilt für nicht mechanisch beschickte Feuerstätten, die mit festen mineralischen Brennstoffen oder Holz betrieben werden. Diese Feuerstätten erzeugen Wärme durch Konvektion, Strahlung oder beides, sind mit oder ohne Wasserheizung konstruiert und sind mit dem Gebäude anders als durch einen Schornsteinanschluß verbunden.

Die Norm **EN 12815** beschreibt Anforderungen an Auslegung, Herstellung, Ausführung, Sicherheit und Leistungsvermögen (Wirkungsgrad und Emission), Anleitungen und Kennzeichnung zusammen mit zugehörigen Prüfverfahren für die Typprüfung von häuslichen Herden für feste Brennstoffe. Diese Norm gilt für Feuerstätten, deren Hauptfunktion das Kochen und deren weitere Funktion die Beheizung des Aufstellungsraumes ist. Heizungsherde liefern auch erwärmtes Brauchwasser und/oder erwärmtes Wasser für zentrale Heizungsanlagen. Diese Feuerstätten können entweder feste mineralische Brennstoffe, Torfbriketts, Holz oder Mehrstoff-Brennstoffe nach den Anleitungen des Feuerstätten-Herstellers verfeuern.

Die Norm **EN 15250** legt Anforderungen an Auslegung, Herstellung, Ausführung, Sicherheit und Leistungsvermögen (Wirkungsgrad und Emission), Anleitung und Kennzeichnung zusammen mit zugehörigen Prüfverfahren und Prüfbrennstoffen für die Typprüfung von Raumheizern für feste Brennstoffe fest. Diese Norm gilt für handbeschickte Feuerstätten mit Wärmespeicherung, wobei diese den Aufstellungsraum beheizen. Diese ÖNORM ist nur für solche Speicherfeuerstätten anzuwenden, welche entweder als fertig montierte Feuerstätte aufgestellt werden. Sie gilt aber auch für vorgefertigte Einheiten, die in Einzelteilen vor Ort nach Herstellerangaben montiert werden. Die Feuerstätten können entsprechend der Bedienungsanleitung des Herstellers entweder feste mineralische Brennstoffe, Torfbriketts, Holzscheite, Holzbriketts oder mehrere dieser Brennstoffe verfeuern.

Weiterhin enthalten diese Prüfnormen Festlegungen für die Konformitätsbewertung, das heißt Typprüfung und werkseigene Produktionskontrolle und die Kennzeichnung der Feuerstätten.

Die Erstprüfung eines Geräts erfolgt am Prüfstand einer akkreditierten Prüfstelle. Die Erstprüfung erfolgt zum Nachweis der Konformität mit der Produktnorm und ist Bestandteil des Konformitätsbewertungsverfahrens zur CE-Kennzeichnung des Produkts. Beim Prüfgegenstand kann es sich sowohl um einen Prototyp als auch um ein bereits in Produktion befindliches Gerät handeln. Das Gerät muss repräsentativ für die derzeitige bzw. zukünftige Produktion sein²

Änderungen der Prüfnormen für Feuerstätten für feste Brennstoffe seit der letzten Revision

Gemäß den Vorschriften für die Normungsarbeit müssen aktuelle Normen vom zuständigen Arbeitsausschuss spätestens alle 5 Jahre überprüft werden. Im Frühjahr 2011 wurden die Entwürfe der Normen für häusliche Feuerstätten für feste Brennstoffe der Öffentlichkeit zur Information, Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Für folgende Normen betreffend Raumheizgeräte wurde eine Revision erstellt EN 13240, EN 13229 und EN 12815.

Gegenüber den aktuellen Normen wurden unter anderem folgende wesentliche Änderungen vorgenommen³:

- Angaben zur Messung von Stickoxide- (NOx), Kohlenwasserstoff- und Partikelemissionen (Staub)
- Angaben dass die Feuerstätte den elektrischen Sicherheitsanforderungen von EN 60335-2-102 (VDE 0700-102) entsprechen muss, falls netzbetriebene elektrische Ausrüstung Bestandteil der Feuerstätte ist.
- Anforderungen an die Sicherheit der Feuerstätten mit wasserführenden Bauteilen wurden überarbeitet
- Anforderungen an die Dauerhaftigkeit der Feuerstätte wurden ergänzt
- Änderungen der Mindestbrenndauer bei der Prüfung der Nennwärmeleistung
- Anpassung der notwendigen Anzahl der Abbrände bei der Prüfung der Nennwärmeleistung
- Änderung der Prüfdurchführung bei der Prüfung der Nennwärmeleistung (Eingriff in den ersten 3 Minuten erlaubt)
- Klarstellung hinsichtlich der Prüfung für Gerätefamilien
- Überarbeitung der CE-Kennzeichnung
- Anforderungen an das Konformitätsbewertungsverfahren

² Quelle: Weisgerber; <http://www.ofen-wissen.de/din-en-13240-raumheizer-kaminoefen.html>; 12/2010

³ Weisgerber; <http://www.ofen-wissen.de/revision-normen-entwurf-din-en-13240-13229-12809.html> ; Juni 2011-09-19

2.2.2 Kritik an aktuellen Prüfmethoden

Aktuell können Ergebnisse der Prüfung weder für die Lufthygiene noch als Verkaufsargument für die Hersteller als Qualitätskriterium herangezogen werden, da keine Differenzierung möglich ist und der Bezug zur Praxis fehlt. Das führt zu radikalen Maßnahmen zum Schutz der Luftqualität wie das Betriebsverbot von Festbrennstofffeuerungen als Zweitheizungen oder Verbote zur Errichtung von Schornsteinen.

Da die Grenzwerte nach Artikel 15a Vereinbarung laut Bundesverfassungsgesetz nach den Prüfbedingungen der gültigen Normen erfüllt werden, werden auf Herstellerseite kaum weitere Anstrengungen unternommen um Scheitholzgeräte für den Praxisbetrieb zu optimieren. Eine positive Prüfung ist leicht erreichbar. Dies führt zu einer Verminderung des Entwicklungsaufwands allgemein oder sogar zu einer „falschen“ Entwicklung in Richtung guter Prüfergebnisse ohne jeglichen Bezug auf die Praxis. Eine Verbesserung von Prüfstandswerten garantiert nicht unbedingt eine Verbesserung von Praxiswerten.

Die Schwachpunkte der aktuellen Prüfnormen wurden wie folgt erarbeitet:

Problemstellung 1: Prüfgerät ist nicht Seriengerät

In den gültigen Normen heißt es, dass der Prüfgegenstand sowohl ein Prototyp als auch ein bereits in Produktion befindliches Gerät sein kann. Das Gerät muss repräsentativ für die derzeitige bzw. zukünftige Produktion sein. In der Praxis werden Geräte speziell für die Prüfung konzipiert und konfiguriert. Seriengeräte hingegen werden nach den Gesichtspunkten eines möglichst sicheren und störungsfreien Betriebs hergestellt.

Problemstellung 2: unklare Definition des Messzeitraums

Der Beginn und das Ende des Messzeitraums sind nicht exakt definiert und lassen Interpretationsspielraum offen. Laut Prüfnorm beginnt das Messintervall unmittelbar nach der Auflage von Scheitholz. Im Prüfbetrieb wird der Startzeitpunkt immer wieder so gewählt, dass der CO-Peak, der naturgemäß nach Auflage von Scheitholz auftritt, nicht mitgemessen wird. In Abbildung 2.6, Seite 21, sind der Emissionsverlauf eines Abbrandes sowie unterschiedliche Auswerteintervalle aus der Prüfpraxis dargestellt. Die Intervalle sind folgendermaßen definiert:

- A - Gewichtskonstanz (inkl. Asche); von Grundglut auf Grundglut inkl. Ascheanteil
- B - Ohne Startphase 4% CO₂-Gehalt; bis 4 % CO₂-Gehalt
- bis 4% CO₂-Gehalt; von Grundglut bis 4 % CO₂-Gehalt
- Flamme aus; von Grundglut bis keine Flamme mehr sichtbar

Wie in Tabelle 2.9 ersichtlich ist, sind die resultierenden Emissionswerte vor allem bei CO und OGC stark vom Auswerteintervall abhängig.

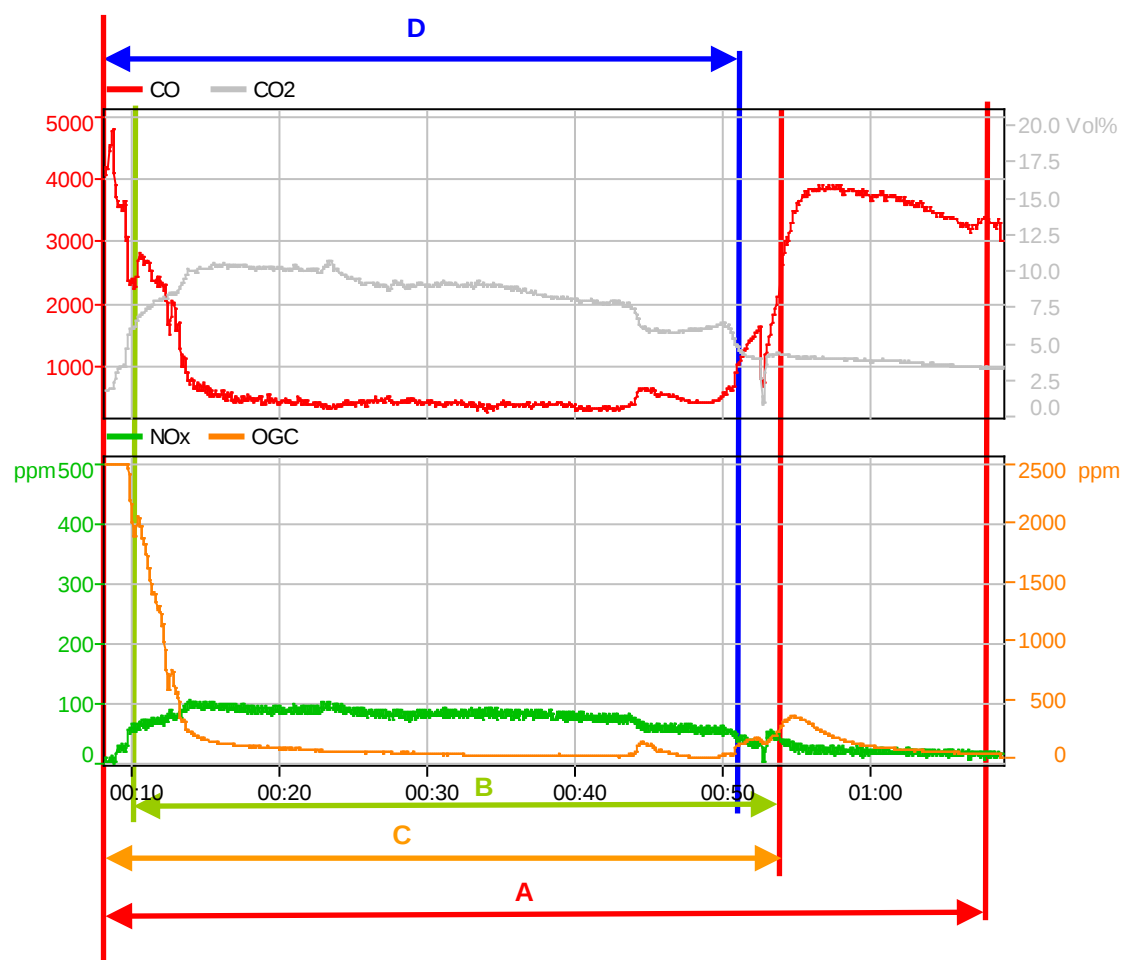


Abbildung 2.6 Emissionsverlauf eines Abbrandes und unterschiedliche Auswertintervalle

Auswerte- Intervall	CO2 [%]	CO [mg/MJ]	NOx [mg/MJ]	OGC [mg/MJ]	η [-]
A	7,0	1177	99	83	72,4
B	8,0	586	104	27	74,4
C	7,8	751	104	22	74,2
D	8,3	546	106	22	75,5

Tabelle 2.9 Emissionswerte und Wirkungsgrad zum Abbrand aus Abbildung 2.6 abhängig vom Auswertintervall

Problemstellung 3: keine praxisrelevanten Prüfbedingungen und Messmethoden

Die Messmethoden sind nicht optimal auf Scheitholz Raumheizgeräte abgestimmt. Die CEN/prEN- Normenentwürfe setzen konstante Brennstoffparameter und Abgasmassenströme während des ganzen Abbrandes voraus, was in der Praxis nicht zutrifft. Die Zugbedingungen

während der Prüfung werden auf 12 Pa konstant geregelt. Diese Annahme entspricht nicht dem instationären Betrieb von Scheitholzöfen bei Naturzug.

Problemstellung 4: nicht reproduzierbare Prüfungen

Die bei ISO/DIS Prüfnormen ermittelten Wirkungsgrade sind nicht reproduzierbar. Die Unterschiede ergeben sich in erster Linie aus der bei Zyklusende bzw. –beginn nicht genau reproduzierbaren Wärmespeicherung im Ofen. Kleine, zufällige Veränderungen im Abbrandverlauf können die Messergebnisse des einzelnen Abbrandes beeinflussen. Für reproduzierbare Werte ist eine hohe Genauigkeit für Temperatur- und Volumenstrommessung in der Zu- und Abluft gefordert

Problemstellung 5: beliebige Auswahl der Abbrände für die Auswertung, nie 1. Abbrand

Bei der Prüfung (Wirkungsgrad und Emissionen) sind bei CEN/EN 13240 nur 3 Abbrandzyklen die nicht hintereinander erfolgen müssen gefordert. Die Datengrundlage bei drei beliebig ausgewählten Versuchsläufen ohne gesonderte Berücksichtigung des 1. Abbrands ist statisch wenig abgesichert. Die ausgewerteten Versuchsläufe müssen nicht hintereinander liegen.

Problemstellung 6: Bedienungsanleitung entspricht nicht der Prüfanleitung

Da die Bedienungsanleitung von Scheitholzöfen in vielen Fällen inhaltlich nicht der Prüfanleitung entspricht, fehlt den KonsumentInnen die dokumentierte Grundlage um einen emissionsarmen und effizienten Praxisbetrieb zu erreichen.

Problemstellung 7: Fehlbedienungen im Praxisbetrieb

Da manche Scheitholzöfen viele Einstellmöglichkeiten bieten und Laien nicht über das Fachwissen von Prüfpersonal verfügen, kommt es zu Fehlbedingungen oder der Verwendung von ungeeigneten Brennstoffen. Diese Fehlbedingungen in der Praxis kann durch die aktuelle Prüfung nicht abgebildet werden.

2.2.3 Staubmessung und Wirkungsgradbestimmung

Bei der Staubemissionsmessung der untersuchten Scheitholzofentechnologien wurden zwei unterschiedliche Methoden zur Bestimmung der Partikelemissionen angewendet. Einerseits die Staubmessung im heißen Verbrennungsgas nach der Norm EN13240 „Raumheizer für feste Brennstoffe – Anforderungen und Prüfung“ und der Messmethode VDI 2066 „Gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung“ und zeitgleich die Staubmessung im kalten, verdünnten Verbrennungsgas nach der US-Norm Method 5G „Determination of particulate matter emissions from wood heaters (dilution tunnel sampling location)“. Der Verdünnungstunnel (Method 5G) sammelt die gesamten Verbrennungsgase der Feuerstätte am Ende des Abgaskamins und verdünnt sie mit Umgebungsluft. Durch die Abkühlung kondensierbarer, gasförmiger organischer Kohlenstoffverbindung entstehen weitere Emissionspartikel, die durch die Staubmessung im heißen Verbrennungsgas nicht detektiert werden können. Eine Abkühlung kommt auch in der Praxis vor sobald die Verbrennungsgase den Rauchfang verlassen. Die

Ergebnisse der Staubmessung im heißen Verbrennungsgas werden für den Vergleich mit dem Stand der Technik und dem höchstmöglichen Stand der Technik verwendet. Die Datengrundlage für die Definition des Stand der Technik und dem höchstmöglichen Stand der Technik stammt ebenfalls aus der Staubmessung im heißen Verbrennungsgas (Typenprüfung nach EN 13240). Die Methode der Staubmessung im kalten, verdünnten Verbrennungsgas wurde im Rahmen des Projektes in Form eines Verdünnungstunnels aufgebaut und in Hinblick auf eine praxisnahe Möglichkeit zur Partikelmessung untersucht.

Mithilfe der Messkabine zur vollständigen Bilanzierung lassen sich direkt die Wärmeabgabe und der Wirkungsgrad über den gesamten Betriebszyklus der untersuchten Feuerstätte ermitteln. In der aktuellen Europäischen Normen wird lediglich der stationäre Abgasverlust gemessen und so der Wirkungsgrad indirekt ermittelt. Die in der gedämmten Messkabine anfallende Wärme wird über einen Kältekreis (bestehend aus einem Ventilator, Luft/ Wasser Wärmetauscher, Rohrleitungen und Rückkühlung) nach außen geführt. Aus der Vor- und Rücklauftemperatur sowie dem Kühlwasser-Massenstrom kann so die abgegebene Leistung und dadurch die Nutzenergie der Feuerstätte bestimmt werden.

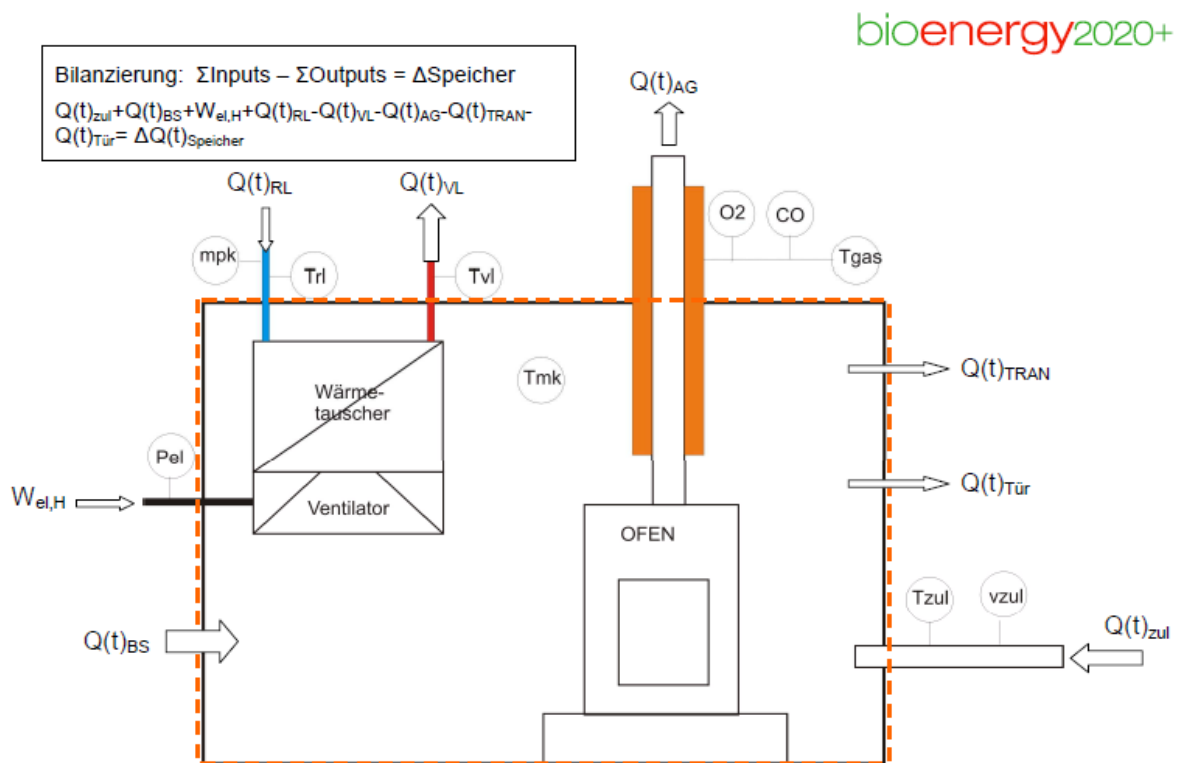


Abbildung 2.7: Systemgrenzen der aufgebauten Messkabine zur vollständigen Bilanzierung

2.3 Regelwerke für das Inverkehrbringen von Feuerungsanlagen

Konformitätsnachweisverfahren: CE-Kennzeichnung

Das Vorliegen einer harmonisierten europäischen Prüfnorm und deren Veröffentlichung im Official Journal der europäischen Kommission sind die Voraussetzungen für die CE-Kennzeichnung von Produkten.

Von der EU wurde für den Bereich Feuerungsanlagen die sicherheitstechnisch relevanten Anforderungen festgeschrieben und das Konformitätsnachweisverfahren für die Erlangung des CE- Zeichens festgelegt. Das Konformitätsnachweisverfahren System 3, gemäß Anhang ZA der harmonisierten Norm EN 13240 sieht Aufgaben für den Hersteller und Aufgaben für die notifizierte Prüfstelle vor. Die Aufgaben des Herstellers umfassen eine werkseigene Produktionskontrolle und eine Erstprüfung. Der Aufgabeninhalt der notifizierten Prüfstelle ist die Ermittlung der Brandsicherheit, der Emissionen von Verbrennungsprodukten, der Oberflächentemperaturen, der Wärmeleistung, der Energieeffizienz und der Freisetzung gefährlicher Stoffe.

Umsetzung der Luftreinhaltegesetze auf nationaler Ebene

Neben den Anforderungen aus den Produktnormen für Einzelfeuerstätten für feste Brennstoffe bestehen gesetzliche Anforderungen zum Beispiel an den Wirkungsgrad und an die Einhaltung von Emissionsgrenzwerte. Im Folgenden sind einige wichtige nationale gesetzliche Anforderungen für Feuerstätten für feste Brennstoffe aufgelistet:

Land	Abkürzung	Bemerkung	letzte Revision
Deutschland	BImSchV	Erste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes in Deutschland; (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen)	Jänner 2010
Österreich	15a B-VG	Inverkehrbringen und Überprüfung von Feuerungsanlagen	März 2009
Schweiz	LRV	Luftreinhalte-Verordnung	Juli 2010

Tabelle 2.10: Gesetzliche Regelwerke für das Inverkehrbringen und Überprüfung von Feuerungsanlagen

Quellen: [BImSchV 2010], [Art. 15-a B-VG 1995], [LRV 2010]

	Kohlenmonoxid [mg/m ³ i. N. bez. auf 13 % O ₂]	Staub [mg/m ³ i. N. bez. auf 13 % O ₂]	Mindest- wirkungsgrad [%]
EU			
EN 13240 Klasse 1	3750*	kein Grenzwert	70
Österreich			
15a B-VG Verordnung	1620*	88	78
15a B-VG Verordnung ab 2015	1620*	51	80
Deutschland			
1. BImSchV – 1. Stufe ab 2011	2000	75	73
1. BImSchV – 2. Stufe ab 2015	1250	40	73
Münchner Brennstoffverordnung	1500	75	kein Grenzwert
Regensburger Verordnung	1500	75	kein Grenzwert
Aachener Festbrennstoff- Verordnung	1250	50	kein Grenzwert
Schweiz			
Luftreinhalte - Verordnung	1500	75	kein Grenzwert

Tabelle 2.11: Vergleich der gültigen und geplanten Emissions- und Wirkungsgradgrenzwerte gesetzlicher Verordnungen

Quelle: [Holzenergie CH 2004], aktualisiert 5/2011; * Werte umgerechnet (Grenzwerte in anderer Einheit)

Umsetzung der Luftreinhaltegesetze auf Bundesländerebene (Beispiel: Österreich)

Neben dem CE-Konformitätsnachweis, den der Hersteller des Ofens erfüllen muss sowie den internationalen und nationalen Gesetzen zur Luftreinhaltung, gibt es die Umsetzung dieser Gesetze auf Bundesländerebene.

Die Artikel 15 a B-VG Vereinbarungen wurden in den einzelnen Bundesländern als Landesgesetze kund gemacht und ist in diverse Landesgesetze umgesetzt worden. Kleinf Feuerungen können auch in den Geltungsbereich von Bundesvorschriften fallen und müssen diesem auch entsprechen. In den jeweiligen Landesgesetzen wird auf weitere entsprechende Landesgesetze, Bundesgesetze und EU - Richtlinien in der jeweils geltenden Fassung verwiesen. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über Landesgesetze, in denen die Inhalte der 15 a B-VG Vereinbarung umgesetzt wurden.

Land	Schutzmaßnahmen betr. Kleinf Feuerungen 1995/1998 Einsparung v. Energie 1995
Burgenland	Burgenländisches Luftreinhalte- und Heizungsanlagengesetz 1999 - Bgld. LHG 1999 – LGBl. Nr. 44, 30.März 2000
Kärnten	Kärntner Heizungsanlagengesetz -K-HeizG, LGBl. Nr. 63/1998
Niederösterreich	NÖ Bauordnung 1996, LGBl. 8200-3, NÖ Bautechnikverordnung 1997, LGBl. 8200/7-0, NÖ BTV 1997
Oberösterreich	Oö. Luftreinhalte- und Energietechnik-Gesetz - Oö. LuftREnTG, LGBl. Nr. 114/2002, 28. November 2002
Salzburg	Heizungsanlagen–Verordnung, LGBl. Nr. 100/2001, 11.Dez. 2001
Steiermark	Steiermärkisches Feuerungsanlagengesetz – FAnlG, LGBl. Nr. 73, 24. Oktober 2001
Tirol	Tiroler Heizungsanlagenverordnung 2000, 19. Sept. 00 zum Tiroler Heizungsanlagengesetz 2000, LGBl. Nr. 34, 15. März 2000
Vorarlberg	Verordnung der Landesregierung über das Inverkehrbringen von Kleinf Feuerungen, LGBl. Nr. 56/1998
Wien	Wiener Kleinf Feuerungsgesetz – WKlFG – LGBl. Nr. 43, 29.Juli 2005 Wiener Feuerpolizei- und Luftreinhaltegesetz

Tabelle 2.12: Umsetzung § 15 A in den österreichischen Bundesländern

Quelle [Lasselsberger 2003], aktualisiert 5/2011

Beispiele:

(1) NÖ Bauordnung:

„Die Installation von Holz- oder Pelletseinzelöfen ist seitens der Behörde lt. NÖ BO § 17 Punkt 7 ein Bewilligungs- und anzeigefreies Vorhaben. Es sollte jedoch die Ausführung so erfolgen, dass keine Gefährdung von Personen und Sachen entstehen kann. Ein klärendes Gespräch bezüglich der Eignung des Schornsteines sollte mit dem Rauchfangkehrer erfolgen.“

(2) Baurecht Wien:

„Feuerstätten müssen so beschaffen sein und dürfen nur so aufgestellt (aufgehängt) und betrieben werden, dass weder eine Brandgefahr noch eine Gefährdung des Leben oder der Gesundheit von Menschen entsteht. Die Behörde kann jederzeit zur Gewährleistung der Einhaltung dieser Bestimmung, auch bei bereits bestehenden Baulichkeiten, die erforderlichen Aufträge, nötigenfalls auch über Feuerstätten oder die Art ihrer Benützung erteilen oder sogar den Betrieb einer Feuerstätte bestimmter Art überhaupt verbieten.“

Die Baubehördlichen Bestimmungen regeln das Inverkehrbringen von Kleinf Feuerungen, die Errichtung und den Betrieb von Heizungsanlagen < 400 kW für biogene, fossile, feste, flüssige sowie gasförmige Brennstoffe und die Anforderungen an Brennstoffe.

Baubehördliche Bestimmungen umfassen die behördlichen Rahmenbedingungen und sind in allen Bundesländern betreffend Feuerungsanlagen sehr inhomogen. So ist zum Beispiel in jedem Bundesland die Anzeige- und Meldepflicht von Raumheizgeräten unterschiedlich geregelt. In manchen Bundesländern (z.B. Niederösterreich) muss die Errichtung oder Änderung einer Feuerstätte vor dem Beginn ihrer Ausführung der Baubehörde schriftlich anzeigen, in Vorarlberg reicht es hingegen dies von gewerberechtlich befugten Fachleuten auszuführen. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die derzeitige Situation in den einzelnen Bundesländern:

Land	Meldung / Anzeige
Burgenland	Kein Bauverfahren notwendig, muss aber vor Beginn der Baubehörde (i.d.R. Bürgermeister) gemeldet werden.
Kärnten	Bewilligungspflicht > 50 kW Meldepflicht < 50 kW
Niederösterreich	Anzeigespflicht für Kleinfeuerungsanlagen < 400 kW
Oberösterreich	50 – 400 kW Anzeigespflicht < 50 kW Meldepflicht (Aufstellung & Abnahmebefund durch Fachpersonal)
Salzburg	Bewilligungsfrei: Heizanlagen, die mit Stückholz oder Kohle konventionell befeuert werden Keine Anzeigespflicht seit 01.09.2004
Steiermark	keine Bewilligungs- und Anzeigespflicht für Anlagen < 8 kW, sofern Nachweise über ordnungsgemäße Inverkehrbringung vorhanden ist Bauanzeige bei Einbau oder Änderung von Feuerungsanlagen, einschließlich baulichen Veränderungen
Tirol	Keine dezidierte Verordnung, die Erfüllung von technischen Anforderungen muss aber von befugten Fachleuten bestätigt werden
Vorarlberg	keine Bewilligungs- und Anzeigepflicht für Anlagen, die durch gewerberechtlich befugte Fachleute ausgeführt werden
Wien	Baubewilligung bei nötigen Änderungen oder Instandsetzungen von Gebäuden und baulichen Anlagen Bauanzeige bei Einbau oder Änderung von Feuerungsanlagen

Tabelle 2.13: Melde- und Anzeigespflicht bei Errichtung / Änderung von Feuerstätten in Österreich
[RIS 2010]

Regionale Umsetzung der Luftreinhaltegesetze

Die nationalen Gesetze und Verordnungen zur Einhaltung von Emissionsgrenzwerten werden in Gebieten mit besonderer Gefährdung der Lufthygiene durch regionale Bestimmungen zum Schutz vor schädlichen Einwirkungen durch Luftverunreinigungen im Stadtgebiet ergänzt. Als Beispiele werden folgende aufgelistet:

- Brennstoffverordnung München (Brennstoffverordnung - BStV)

- Brennstoffverordnung Regensburg (Brennstoffverordnung - BStV)
- Brennstoffverordnung Aachen (Festbrennstoff-Verordnung (FBStVO))
- Vorgaben des Stmk. Feuerungsanlagengesetz FAnIG (LGBl. Nr. 73/2001 idgF.)

Im Folgenden sind zwei Beispiele von nationalen Gesetzen zum Schutz vor schädlichen Einwirkungen durch Luftverunreinigungen angeführt:

- (1) Verordnung der Stadt Regensburg über die Verwendung fester Brennstoffe (Brennstoffverordnung – BStV) vom 01. Dezember 2010

(AMBl. Nr. 51 vom 20.12.2010)

§1 Verbot bestimmter Feuerungsanlagen

Zum Schutz vor schädlichen Einwirkungen durch Luftverunreinigungen ist im Stadtgebiet von Regensburg die Errichtung und der Betrieb ortsfester Feuerstätten für feste Brennstoffe verboten.

- (2) Neben den Vorgaben des Feuerungsanlagengesetzes schlägt das Steiermärkische Luftreinhalteprogramm 2011 aufgrund der Schadstoffbelastung folgende Kernmaßnahmen (KM) vor (Beschluss vom 5.5.2011)⁴

KM 1: Verbot des Betriebes von Festbrennstoff-Zweitheizungen in Zeiten hoher Feinstaubbelastung

KM 2: Fernwärmepaket (Förderung + Anschlussverpflichtung)

KM 3: Umstellung auf emissionsarme Energieträger

KM 4: Altkesselpaket Änderung StFAnIG, Inspektionsverpflichtungen, Anlagen < 8 kW

2.4 Wiederkehrende Überprüfung

Österreich:

Die wiederkehrende Prüfung vor Ort ist in den entsprechenden Ländervorschriften oft nur relativ unverbindlich geregelt. Bei der wiederkehrenden Prüfung sind die Feuerungsanlagen hinsichtlich jener Anlagenteile, die für die Emissionen oder deren Begrenzung von Bedeutung sind, zu besichtigen und auf etwaige Mängel zu kontrollieren. Entgegen der Art. 15 a B-VG Vereinbarungen über die "Einsparung von Energie" und „Schutzmaßnahmen betreffend Kleinf Feuerungen“ ist die Wiederkehrende Überprüfung von Kleinf Feuerungen in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich geregelt. Als Grundlage für diese Überprüfung kann die ÖNORM M 7510-4 herangezogen werden.

⁴ Pongratz, Land Steiermark; FA17C; Abschlussworkshop Projekt Neue Öfen 2020; Wien 14.06.2011

Deutschland:

§ 15 der 1. BImSchV: Wiederkehrende Überwachung [BImSchV 2010]:

- (1) „Der Betreiber einer Feuerungsanlage für den Einsatz der genannten Brennstoffe mit einer Nennwärmeleistung von 4 Kilowatt oder mehr, ausgenommen Einzelraumfeuerungsanlagen, hat die Einhaltung der Anforderungen nach § 5 Absatz 1 und § 25 Absatz 1 Satz 1 ab den in diesen Vorschriften genannten Zeitpunkt einmal in jedem zweiten Kalenderjahr von einer Schornsteinfegerin oder einem Schornsteinfeger durch Messungen feststellen zu lassen.....“
- (2) Der Betreiber einer Einzelraumfeuerungsanlage für feste Brennstoffe hat die Einhaltung der Anforderung nach § 3 Absatz 3 und § 4 Absatz 1 im Zusammenhang mit der regelmäßigen Feuerstättenschau von dem Bezirksschornsteinfegermeister überprüfen zu lassen.

Schweiz:

Luftreinhalte-Verordnung: 52 Holzfeuerungen 524 Messung und Kontrolle

„1) Bei Feuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung bis 70 kW gilt der Emissionsgrenzwert für Kohlenmonoxid in der Regel als eingehalten, wenn feststeht, dass die Anlage fachgerecht betrieben und ausschließlich naturbelassenes Holz nach Anhang 5 Ziffer 3 Absatz 1 Buchstaben a und b verbrannt wird. Steht fest oder ist zu erwarten, dass Rauchemissionen oder Geruchsimmissionen auftreten, kann die Behörde Emissionsmessungen oder weitere Untersuchungen veranlassen.“

„2) Für die Beurteilung maßgebend sind die mittleren Emissionen über den Zeitraum einer halben Stunde. Das BAFU empfiehlt geeignete Mess- und Beurteilungsverfahren.“

2.5 Möglichkeiten des Vertriebs von nicht typengeprüften Öfen

Laut den gesetzlichen Bestimmungen ist der Vertrieb von nicht typengeprüften Öfen nicht erlaubt. Bei ortsfesten gesetzten Öfen (Kachelöfen) werden die Kachelofenheizeinsätze nach der Norm EN13229 „Kamineinsätze einschließlich offene Kamine für feste Brennstoffe – Anforderungen und Prüfungen“ geprüft.

Folgende Fälle ermöglichen den teilweisen oder gänzlichen Vertrieb von nicht typengeprüften Öfen:

1) Ofenbausätze:

Aufgrund der im Handel zahlreich angebotenen Kachelofenbausätze bzw. Ofen-Selbstbausätzen ist bei einer Herstellung des Kachelofens durch Laien anzunehmen, dass, bei einem unsachgerechten Einbau des Heizeinsatzes, der Ofen die Grenzwerte der Typenprüfung nicht erreicht.

2) Offene Kamine:

Durch die lockere Formulierung der 1.BImSchV ist der Vertrieb und der gelegentliche Betrieb von nicht typengeprüften Öfen in Form von offenen Kaminen möglich. 1.BImSchV Abschnitt 2) Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe § 4) Allgemeine Anforderungen Absatz 4) „Offene Kamine dürfen nur gelegentlich betrieben werden. In ihnen dürfen nur naturbelassenes stückiges Holz nach § 3 Absatz 1 Nummer 4 oder Presslinge in Form von Holzbriketts nach § 3 Absatz 1 Nummer 5a eingesetzt werden.“

3) Vertrieb von nicht typengeprüften Kaminöfen über das Internet

Der Onlineverkauf ist eine weitere Möglichkeit des Vertriebs von neuen nicht typengeprüften Öfen oder gebrauchten Altgeräten, die die Typenprüfung nicht erfüllen würden.

2.6 Wirkungsgrad und Emissionen am Stand der Technik

Für Scheitholzöfen am Stand der Technik wurden bei der Prüfung die Grenzwerte in Tabelle 2.14 definiert (Mittelwerte aus Prüfberichten). Diese entsprechen annähernd dem Österreichischen Umweltzeichen für Holzfeuerungen.

Parameter	Umweltzeichen 37	Stand der Technik	15a B-VG Verordnung
Wirkungsgrad in %	80	81 ± 3	78
CO-Emissionen in mg/MJ	700	703 ± 278	1100
OGC-Emissionen in mg/MJ	50	46 ± 21	80
Staub-Emissionen in mg/MJ	30	28 ± 15	60

Tabelle 2.14: Stand der Technik Scheitholzöfen 2010, Umweltzeichen 37 (Holzheizungen) und Grenzwerte nach § 15a B-VG

Quellen Umweltzeichen 37 Holzheizungen

Stand der Technik: Mittelwerte ± Standardabweichung aus 33 Prüfberichten von 1997 bis 2009, Quellen: Prüflabor für Feuerungsanlagen am Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften, TU Wien bzw. Neue Energien 2020 Projekt BioHeatLABEL

Vergleich von Praxis- und Prüfstandswerte

Die Typenprüfung ermittelt die Kennwerte unter bestmöglichen Bedingungen. Fachkundige Experten prüfen mit ausgewählten Brennstoffen und bei optimal eingestellten Luftverhältnissen. Im Vergleich dazu sind Ergebnisse aus dem praxisnahen Betrieb zum Teil ein Vielfaches der bei der Prüfung ermittelten Emissionen. Die höheren Praxisemissionswerte lassen sich durch eine unsachgemäße Aufstellung, ungeeignete Zugverhältnisse oder falschen Benutzereinfluss zusammenfassen. Ein quantifizierbarer Zusammenhang zwischen Prüfung und Praxis ist durch die Ermittlung eines Praxisfaktors möglich. Der Praxisfaktor gibt an um wie viel die Emissionswerte von Einzelöfen in der Praxis höher liegen als bei der Typenprüfung (siehe Tabelle 2.15).

Für die Ermittlung des Praxisfaktors wurden folgende Datenquellen herangezogen: Als Datengrundlage für Emissionsmesswerte von Holz-Einzelöfen aus dem Praxisbetrieb werden die Ergebnisse aus dem Monitoring von [Spitzer et al 1998] verwendet. Die angeführten Emissionsfaktoren in mg Schadstoffemission bezogen auf die eingesetzte Brennstoffenergie in MJ werden als durchschnittliches Jahresmittel dargestellt. Die 29 untersuchten Holz-Einzelöfen wurden vom Nutzer nach seinen Gewohnheiten betrieben. Die Messdauer erstreckte sich vom Einheizen bis zum Erlöschen des Feuers. In Abständen von sechs Sekunden wurden die Konzentrationen von O₂, CO₂, CO, NO_x und OGC im Verbrennungsgas sowie die Temperatur und die Geschwindigkeit des Verbrennungsgases aufgezeichnet. Die Staubmessungen wurden in Halbstundenintervallen über die gesamte Messdauer durchgeführt. Die Messdaten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angeführt und gelten für österreichische Holz-Einzelöfen für den Anlagenbestand 1997/98.

Als Datengrundlage für Emissionswerte unter Prüfungsbedingung werden 33 Prüfberichte von Scheitholzöfen herangezogen. Diese Scheitholzöfen wurden vom Prüflabor für Feuerungsanlagen am Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften TU Wien im Zeitraum 1997 bis 2009 geprüft. Diese Öfen wurden nach den Vorgaben der ÖNORM 13240 bei konstant geregelter Saugzug geprüft. Die Messdaten sind als Mittelwerte mit Standardabweichung angeführt.

	CO	OGC	Staub	Wirkungsgrad
	mg/MJ	mg/MJ	mg/MJ	%
Feldmessung	4463 ± 35%	664 ± 62%	148 ± 46%	71,9 ± 19,6%
Prüfstand	700 ± 40%	46 ± 46%	28 ± 54%	80,8 ± 3,6%
Praxisfaktor	6,4	14,4	5,3	0,9

Tabelle 2.15: Vergleich von Kennwerten aus Typenprüfung und Praxisbetrieb mit Praxisfaktor

Quelle Feldmessung: [Spitzer et al 1998]

Quelle Prüfstand: Prüflabor für Feuerungsanlagen am Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften, TU Wien, Mittelwerte ± Standardabweichung aus 33 Prüfberichten von 1997 bis 2009

Die Zahlen in Tabelle 2.15, die Versuchsergebnisse im Projekt und die Erfahrung des Projektkonsortiums zeigen zwei wichtige Aspekte: Einerseits sind die Praxisfaktoren sehr hoch, teilweise eine Größenordnung. Andererseits weisen vor allem die Praxiswerte eine extrem große Streuung auf. Einzelne Geräte und Betriebsarten mögen in der Praxis Werte nahe am Prüfungsbebetrieb erzielen. Abhängig vom Benutzereinfluss (siehe Kapitel 2.7) können jedoch auch weit schlechtere Emissionswerte auftreten, als die mittleren Praxiswerte in Tabelle 2.15.

Die Relevanz von Kleinfeuerungen, insbesondere Öfen, für die Luftqualität wurde in den letzten Jahren in einer Reihe von wissenschaftlichen Studien eindeutig nachgewiesen. Das CARBOSOL Projekt hat an europäischen Hintergrundmessstellen, von den Azoren bis zur ungarischen Puszta, Holzrauch - Anteile am organischen Feinstaub (PM₁₀) von 18 bis 47% in den Wintermonaten festgestellt [Puxbaum et al. 2007]. Ähnliche Ergebnisse brachte die

österreichische Aerosolquellenstudie AQUELLA sowohl für städtische als auch für ländliche Messstellen in ganz Österreich. Neben den Verursacher-Analysen die auf Immissionsdaten basieren, werden die Quellen von Luftschadstoffen auch emissionsseitig erhoben. Die aktuelle Emissionsabschätzung der österreichischen Emissionsinventur für besonders feine Staubpartikel (PM_{2.5}) weist die Biomasse-Kleinf Feuerungen als größte Emittentengruppe mit einem Anteil von 40% der Gesamtemissionen in 2006 aus [Umweltbundesamt 2008].

Für die zukünftige Entwicklung von Öfen ergibt sich aus diesen Ergebnissen eine klare Schlussfolgerung: Die Emissionen von Luftschadstoffen, und hier im Speziellen die Emissionen an Partikeln sowie deren gasförmigen organischen Vorläufersubstanzen (VOC), müssen im Praxisbetrieb signifikant reduziert werden. Das Reduktionsziel sollte hier durchaus ehrgeizig bei etwa einer Größenordnung für Staub und zwei Größenordnungen für flüchtige organische Verbindungen angesetzt werden.

2.7 Einfluss des Nutzungsverhalten

Nutzer von Kaminöfen können auf unterschiedliche Weise Einfluss auf die Effizienz und die Emissionen ihrer Verbrennungsstätte nehmen. Durch die Auswahl ungeeigneter Brennstoffe (z.B. zu feucht) oder unsachgemäßer Bedienung kann es zur erheblichen Verschlechterung des Emissionsverhaltens kommen. Im Folgenden werden die Hauptursachen für Fehlverhalten des Bedieners Folgen dargestellt.

2.7.1 Brennstoffwassergehalt

Scheitholz zur Verbrennung in Kaminöfen sollte einen Wassergehalt unter 20% aufweisen. Eine Erhöhung des Wassergehaltes hat folgende Auswirkungen:

Verminderung des Wirkungsgrades:

Der Wassergehalt hat direkten Einfluss auf den Energiegehalt von Holz. Der erste Schritt bei einer Verbrennung ist die Trocknung des Brennstoffes. Bei dieser endothermen Reaktion wird Energie verbraucht und somit sinkt bei zunehmendem Wassergehalt des Brennstoffes die abgegebene Energiemenge der gesamten Verbrennungsreaktion.

Veränderung des Emissionsverhaltens:

Ein erhöhter Brennstoffwassergehalt führt zur Hemmung der Verbrennungsreaktion und zur Abkühlung des Glutbetts. Dies führt zu einer zu kurzen Verweilzeit der Verbrennungsgase bei ausreichender Temperatur und somit kommt es zu unvollständiger Verbrennung. Untersuchungen zeigen bei Verbrennung von Scheitholz mit 30 % Wassergehalt deutlich ansteigende Emissionen, siehe Abbildung 2.8.

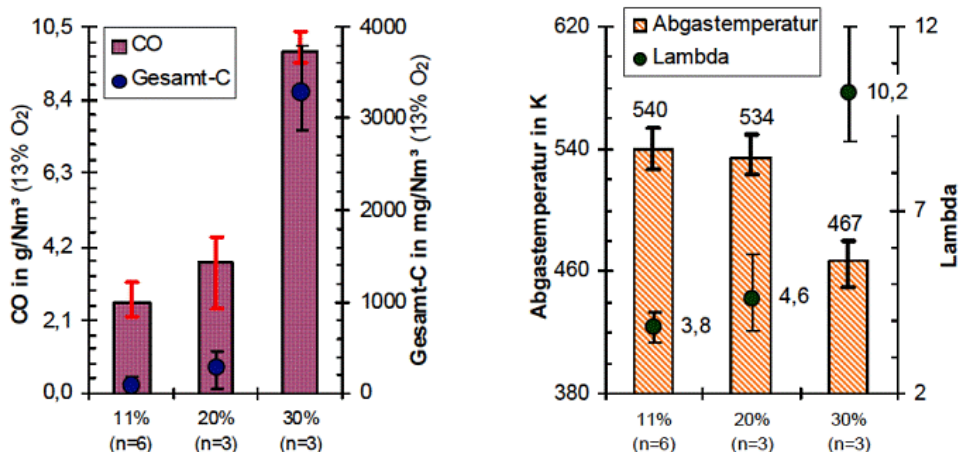


Abbildung 2.8: Einfluss des Brennstoffwassergehalts in einem Kaminofen auf die Emissionen, Abgastemperatur und Luftüberschuss

Quelle: [Lenz 2010]

2.7.2 Brennraumbeladung

Kaminöfen werden in der Regel im Durchbrand betrieben. Hierbei wird das Scheitholz in den Ofen gestapelt und entzündet. Die Verbrennungsgase steigen aus dem Glutbett nach oben und entzünden sich dann im oder oberhalb des Brennstoffstapels.

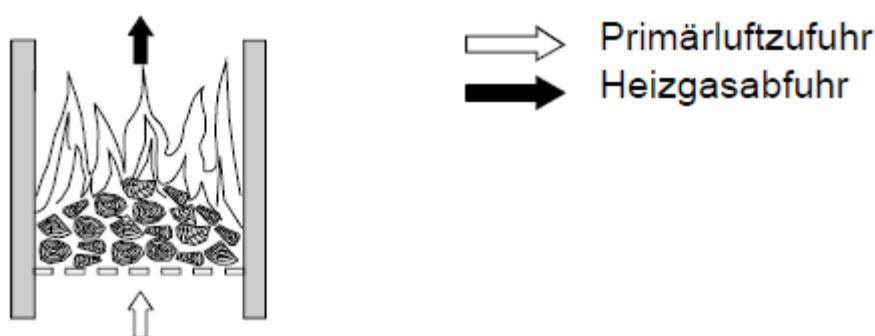


Abbildung 2.9 Abbrandprinzip eines Kaminofens im Durchbrand

Quelle: Kaltschmitt et al. 2009

Bei der Entwicklung eines Kaminofens wird die Brennraumgröße und Geometrie sowie die Spezifikationen der Wärmetauscher entsprechend der zu erzielenden Nennwärmeleistung ausgelegt. Die vom Hersteller für jeden Kaminofen angegebene Brennraumbeladung (d.h. Masse an Scheitholz pro Abbrand) ermöglicht eine optimale emissionsarme Verbrennung.

Die Überbeladung des Brennraums ist ein häufiges Fehlverhalten des Bedieners. Hintergedanke ist hierbei meist die Verlängerung der Nachlegeintervalle oder der Versuch die Wärmeabgabe des Ofens über die angegebene Nennwärmeleistung zu steigern.

Bei einer Überbeladung des Brennraumes entstehen aufgrund der größeren Reaktionsoberfläche (da mehr Holzzscheite im Brennraum liegen) pro Zeiteinheit deutlich mehr Verbrennungsgase. Daher kommt es zu einem Mangel an Sauerstoff im Brennraum. Des Weiteren steht dem Verbrennungsgas nicht der entsprechende Reaktionsraum zur Vermischung mit Sauerstoff zur Verfügung. Alle diese Faktoren können zu einer verschlechterten Ausbrandqualität und somit zu höheren Emissionen führen. Eine weitere Folge der Überbeladung des Brennraumes ist ein Anstieg der Temperatur im Brennraum und in den nach geschalteten Wärmetauschern. Dies kann zur Beschädigung der Feuerstätte und zur erhöhten Außenoberflächentemperaturen führen von denen eine Verletzungsgefahr für den Nutzer ausgeht. Des Weiteren führen diese erhöhten Temperaturen zu einer erhöhten Feuergefahr im Umkreis des Kaminofens.

2.7.3 Manuelle Luftregelung

Handelsübliche Kaminöfen ermöglichen dem Bediener unterschiedliche Regelmöglichkeiten der Verbrennungsluftzuführungen. Hierbei lassen sich Kaminöfen je nach Eingriffsmöglichkeit in drei Kategorien einordnen:

Manuelle Verbrennungsluftsteuerung:

Hierbei kann der Bediener im Ofen die Primär- und Sekundärluft manuell einstellen. In diese Kategorie fallen zumeist kostengünstigere Ofenmodelle.

Halbautomatische Verbrennungsluftsteuerung

Bei diesen Kaminofenmodellen erfolgen die Primärluftsteuern automatisiert über eine temperaturabhängige Steuereinheit. Beim kalten Ofenstart ist die Primärluft für den Anzündvorgang geöffnet und schließt zumeist mit Hilfe einer stromlosen Bimetall Steuerung bei einer definierten Temperatur selbstständig. Bei dieser Art von Kaminöfen lässt sich ausschließlich die Sekundärluftzufuhr manuell steuern.

Vollautomatische Verbrennungsluftsteuerung

Im Kaminofenbereich bietet bisher nur ein Hersteller Ofenmodelle mit vollautomatischer Verbrennungsluftzuführung an. Hierbei regelt eine elektronische Steuereinheit je nach Brennraumtemperatur und Nachlegeintervallen die Primär- und Sekundärluft.

Die Einstellung der manuellen Luftregelung hat erheblichen Einfluss auf das Verbrennungsverhalten und somit die Emissionen eines Kaminofens. Durch mangelnde Kenntnis des Bedieners kann es schnell zu Fehlbedienung kommen. Wie stark sich diese Fehlbedienung auf die Verbrennung auswirken hängt von zuvor genannten Eingriffsmöglichkeiten ab. Bei falscher Bedienung kann ein vollständig manuell gesteuerter Ofen erheblich höhere Emissionen ausstoßen. [Schmidl et al. 2011] berichten bei Fehlbedienung eine bis zu 6 fach erhöhte Staubemission.

3 Höchstmöglicher Stand der Technik

Einleitend wird in diesem Kapitel der höchstmögliche Stand der Technik definiert. Im Kapitel Technologische Grundlagen werden Maßnahmen beschrieben, die für die Erreichung des höchstmöglichen Stand der Technik erforderlich sind. Die Entwicklungsguideline beinhaltet eine Potentialabschätzung von Primär- und Sekundärmaßnahmen und die Entwicklungsschritte, die für die Umsetzung eines emissionsarmen und effizienten Ofens erforderlich sind. Im Ausblick werden zukünftige Technologievarianten und die Bedeutung der Technologiebewertung unter Praxisbedingungen beschrieben.

3.1 Einleitung

Im Vergleich zu den Basisanforderungen eines Scheitholzofens, die durch das Erreichen bestimmter Funktionen bzw. Eigenschaften erfüllt werden, wird der Stand der Technik durch das Erreichen bestimmter Emissionsgrenzwerte und eines bestimmten Wirkungsgrades definiert. Die Basisanforderung eines Scheitholzofens ist die Abgabe von Nutzwärme an einen Wohnraum. Eine weitere etablierte Anforderung an Scheitholzofen ist ein ansprechendes Design sowie ein sauberes Sichtfenster für den ungetrübten Blick zur Flamme. Die Praxistauglichkeit von Öfen, geringe Lärm- und Schmutzentwicklung sowie ein wartungsarmer Betrieb sind ebenfalls wesentliche Anforderungen. Im Kapitel „Höchstmöglicher Stand der Technik“ wird nicht näher auf die Basisanforderungen von Scheitholzöfen eingegangen. Die Basisanforderungen bilden die Grundlage von „klassischen“ Scheitholzöfen und müssen unabhängig von den Entwicklungen zum höchstmöglichen Stand erfüllt werden. Der höchstmögliche Stand der Technik erlaubt die möglichst effiziente und emissionsarme Verbrennung von stückigen Holzbrennstoffen in Öfen.

3.2 Definition des höchstmöglichen Stand der Technik

Um den höchstmöglichen Stand der Technik und den Stand der Technik „messbar“ zu machen werden Grenzwerte für den Wirkungsgrad und die Emissionen an Kohlenmonoxid (CO), organisch gebundener Kohlenstoff (OGC) und Staub festgelegt. Scheitholzöfen am Stand der Technik erreichen die Grenzwerte nach dem Umweltzeichen 37 für Holzheizungen (siehe Kapitel 2.6 und Tabelle 3.1). Die beste verfügbare Technik wurde mit den minimalen Emissionswerte und maximalen Wirkungsgraden von geprüften Scheitholzöfen definiert. Der Höchstmögliche Stand der Technik gilt für einen Scheitholzöfen mit dem aktuellen Stand der Technik bei Scheitholzkesseln als erreicht. Die notwendigen Maßnahmen zum Erreichen des höchstmöglichen Stand der Technik für Scheitholzöfen sind bekannt und haben sich zum Teil bereits im Praxiseinsatz bei Biomassekesseln bewährt.

Parameter		Stand der Technik	Beste verfügbare Technik	höchstmöglicher Stand der Technik
Wirkungsgrad	%	81 ± 3	86	90
CO-Emissionen		703 ± 278	276	101
OGC-Emissionen	mg/MJ	46 ± 21	16	6
Staub-Em.		28 ± 15	10	10

Tabelle 3.1: Vergleich des höchstmöglichen Stand der Technik mit anderen Grenzwerten

Stand der Technik: Mittelwerte ± Standardabweichung aus 33 Prüfberichten von 1997 bis 2009, Quellen: Prüflabor für Feuerungsanlagen am Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften, TU Wien bzw. Neue Energien 2020 Projekt BioHeatLABEL

Beste verfügbare Technik: beste Einzelwerte der Prüfberichte aus 33 Prüfberichten von 1997 bis 2009, Prüflabor für Feuerungsanlagen am Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften, TU Wien bzw. Neue Energien 2020 Projekt BioHeatLABEL

Höchst möglicher Stand der Technik: Stand der Technik Scheitholzkessel Saugzug, Neue Energien 2020 Projekt BioHeatLABEL, Staubwert wie bei bester verfügbarer Technik (für Kessel 14 mg/MJ)

3.3 Technologische Grundlagenentwicklung

Die technologische Grundlagenentwicklung untersucht und bewertet Maßnahmen, die das theoretische Potential des höchstmöglichen Stand der Technik bestätigen. Optimierungen an den Verbrennungsbedingungen werden dabei als Primärmaßnahmen bezeichnet. Reduzierungen der Emissionen durch Anlagen, die in die Abgasführung oder den Kamin eingebaut werden, werden als Sekundärmaßnahmen bezeichnet. Untersucht wird das Verbesserungs-Potential zur Senkung der Emissionen durch folgende Maßnahmen:

1) Optimieren der Verbrennungsbedingungen durch Primärmaßnahmen:

- Erhöhen der Verbrennungsgastemperaturen
- Ausreichende Verweilzeit
- Hohe Durchmischung
- Reduktion der Staubemissionen
- Optimaler Luftüberschuss
- Verbrennungsregelung

2) Reduktion der Emissionen durch Sekundärmaßnahmen:

- Filter
- Katalysatoren

In den Kapiteln 3.4 und 3.5 wird der theoretische Hintergrund, die Auswirkung auf die Verbrennung und der Emissionen sowie die Möglichkeiten der praktischen Umsetzung der Maßnahmen beschrieben. Eine Auswahl der Maßnahmen zur Emissionsreduktion wurde bei Bioenergy2020+ und den Projektpartnern experimentell untersucht. Die Ergebnisse und Auswertungen der experimentellen Untersuchungen ermöglichen gemeinsam mit Literaturdaten eine Bewertung der einzelnen Maßnahmen unter aktuell gültiger Prüfungsbedingungen.

3.4 Primärmaßnahmen

Durch Primärmaßnahmen können in erster Linie die Emissionen aus unvollständiger Verbrennung, namentlich das Kohlenmonoxid und in direkter Abhängigkeit davon die organisch gebundenen Kohlenwasserstoffe reduziert werden. Festbrennstoffe verbrennen nicht direkt, sondern 2-stufig, wobei in der ersten Stufe Kohlenmonoxid vom Brennstoff-Kohlenstoff gebildet wird, dass dann in der zweiten Stufe möglichst gänzlich zu Kohlendioxid oxidiert werden soll. Der hohe Anteil an flüchtigen Bestandteilen führt bei der Verbrennung von biogenen Brennstoffen hauptsächlich zu einem Gasausbrand. Um Emissionen reduzieren zu können, müssen die Bedingungen für diesen Gasausbrand optimiert werden, indem in der Verbrennungszone Voraussetzungen für einen vollständigen Ausbrand geschaffen werden. Diese sind ein entsprechendes Brennstoff/Luftverhältnis, eine ausreichend hohe Temperatur, ausreichend lange Verweilzeit und ausreichend gute Durchmischung.

Die Voraussetzungen für einen vollständigen Ausbrand werden in der 3-T-Regel zusammengefasst. Die 3-T Regel meint, dass die drei Bedingungen Temperatur (temperature), Zeit (Time) und Durchmischung (Turbulence) erfüllt sein müssen, um einen möglichst vollständigen Ausbrand und dadurch niedrige Emissionen zu erreichen (Hofbauer, 1995). Zusätzlich zu den 3-T Maßnahmen wird auch die Reduktion der Staubemissionen, das optimale Luftverhältnis und Maßnahme durch Verbrennungsregelung beschrieben.

3.4.1 Verbrennungstemperaturen

Die im Brennraum herrschende Temperatur beeinflusst während einer Verbrennung sämtliche ablaufenden chemischen Reaktionen. Um einen vollständigen Ausbrand zu erreichen ist eine Mindesttemperatur von 650 °C erforderlich (Zündtemperatur von Methan). Je höher die Temperatur, desto schneller laufen die Oxidationsreaktionen ab. Die Geschwindigkeit der meisten Reaktionen nimmt mit steigender Temperatur sogar exponentiell zu (Arrhenius-Gleichung). Die Arrhenius-Gleichung (nach Svante Arrhenius) beschreibt in der chemischen Kinetik die quantitative Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Temperatur. Erst Temperaturen über 1200 °C führen zur Bildung von unerwünschtem thermischen Stickoxiden. Die Gefahr der thermischen Stickoxidverbrennung bei der Scheitholzverbrennung ist gering, da derartig hohe Temperaturen bestenfalls lokal im Ofenbrennraum auftreten können (Hofbauer, 1995).

Abbildung 3.1 zeigt eine Thermographieaufnahme eines Scheitholzabbrandes mit „kalten“ Stellen innerhalb der Brennkammer. Der Messbereich der Thermokamera ist mit 360 °C begrenzt, deswegen sind Bereiche mit höheren Temperaturen in der Abbildung weiß dargestellt.

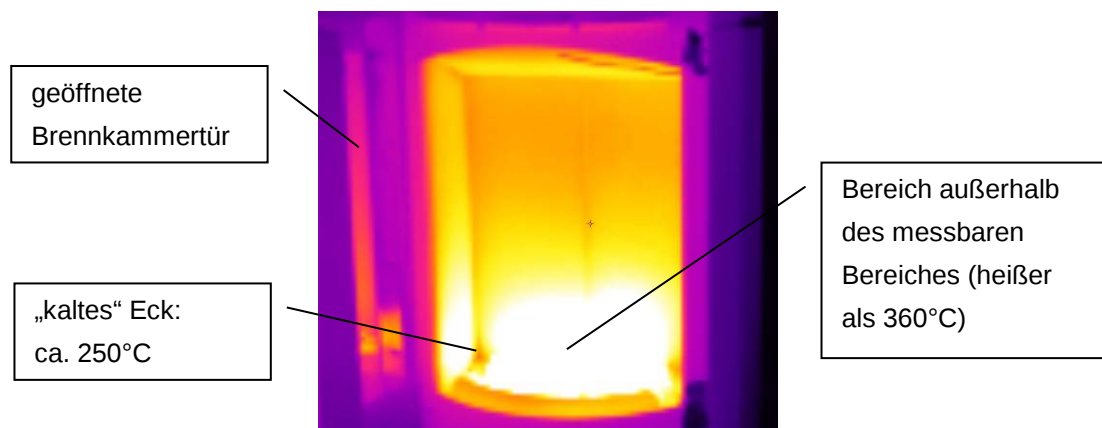


Abbildung 3.1: Thermographieaufnahme während eines Scheitholzabbrandes (Messbereich max. 360 °C);

Quelle: Bioenergy2020

Hohe Brennraumtemperaturen tragen zu niedrigen Emissionen an Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen bei. Abbildung 3.2 zeigt bei zunehmenden Brennraumtemperaturen sinkende CO Emissionen.

Der Bereich der anzustrebenden Brennraumtemperatur liegt zwischen 700 und 1000 °C (Hofbauer, 1995).

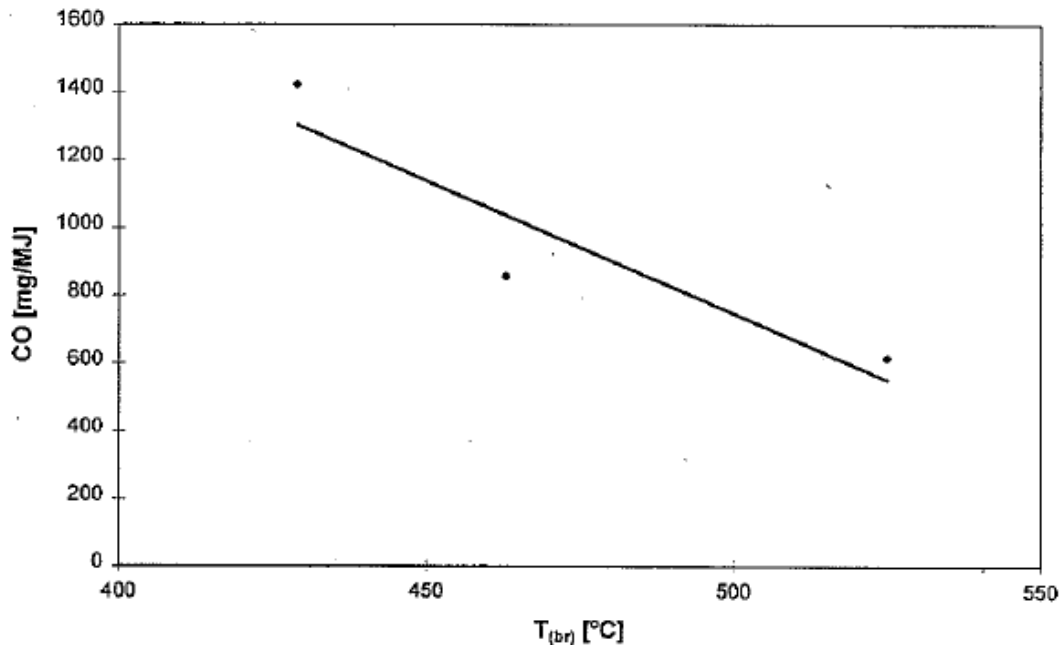


Abbildung 3.2: Zusammenhang zwischen Verbrennungstemperatur und CO-Emissionen bei einem Kachelofen

Quelle: Hofbauer, 1995

Die anzustrebenden Brennraumtemperaturen von über 700°C werden durch folgende Primärmaßnahmen (PM) erreicht:

Niedriger Luftüberschuss (PM-T1)

Es ist ein möglichst niedriger Luftüberschuss anzustreben, um eine übermäßige Abkühlung der heißen Brenngase (>700 °C) durch kalte Umgebungsluft (~20 °C) zu verhindern.

Verhinderung der Wärmeabfuhr von der Brennkammer (PM-T2)

Eine weitere Maßnahme für hohe Verbrennungsgastemperaturen ist die Wärmeabfuhr im Brennraum möglichst gering zu halten. Diese Maßnahme kann durch die Verwendung geeigneter hitzebeständiger Wärmedämmmaterialien bzw. durch konstruktive Lösungen umgesetzt werden.

Maßnahmen zur Verhinderung der Wärmeabfuhr von der Brennkammer:

- Verwendung von Wärmedämmmaterialien wie: Schamotte, feuerfester Beton, Lava-Ton, Keramikfasermaterialien,...
- hoch Wärme dämmendes Glas für das Sichtfenster mit minimaler Größe
- Strahlungsschild im Brennraum (z.B. Glutschild und Beschichtungen im Sichtfenster)

Vorwärmung der Verbrennungsluft (PM-T3)

Eine Vorwärmung der Verbrennungsluft reduziert das Abkühlen der heißen Brenngase bei gleichbleibendem Luftüberschuss. Die Wärme der heißen Abgase wird dabei an die kalte Verbrennungsluft übertragen. Konstruktiv ist ein eigener Luft-/Gas- Wärmetauscher erforderlich, der eine möglichst große Oberfläche besitzt, um die Wärme effizient zu übertragen. Eine korrosionsbeständige Ausführung des Wärmetauschers ist erforderlich, falls die Gefahr einer Taupunktsunterschreitung der Verbrennungsgase besteht.

Optimale Brennraumgeometrie (PM-T4)

Die für die Untersuchung der Geometrie des Brennraums an der TU Wien (Hofbauer, 1995) verwendeten quaderförmigen Brennräume haben die Abmessungen 35x45x68 cm. Die Brennräume wurde zwischen den Versuchen so verändert, dass jeweils eine Seitenkante die Höhe bildete (hoch = 68cm; mittel = 45 cm; klein = 35 cm). Die Ergebnisse in Abbildung 3.3 zeigen, dass die Geometrie des Brennraums auf die CO-Emissionen innerhalb des untersuchten Ausmaßes kaum einen Einfluss hat.

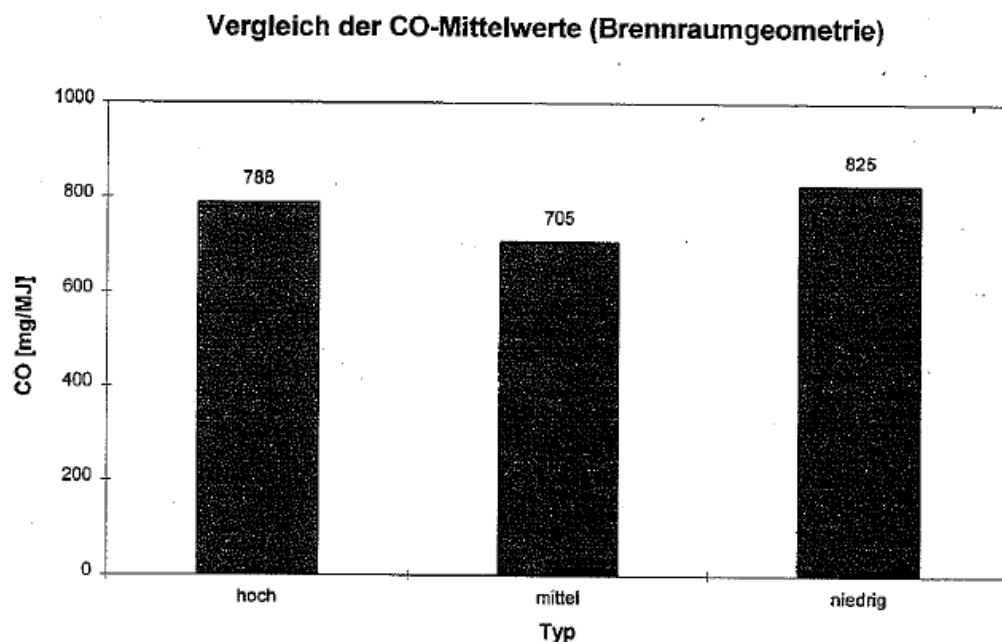


Abbildung 3.3: Variation der Brennraumhöhe

Quelle: Hofbauer, 1995

Möglichst trockener Brennstoff (PM-T5)

Die Brennstofffeuchte ist die wesentliche Einflussgröße auf den Heizwert. Je höher die Brennstofffeuchte ist umso größere Mengen an Feuchtigkeit müssen während der Verbrennung verdampft werden. Das wirkt sich wiederum auf die Energiebilanz der Verbrennung und somit auf die adiabate Verbrennungstemperatur aus.

Bei der Untersuchung der Auswirkung des Wassergehalts im Brennstoff auf die Brennraumtemperatur bei der TU Wien (Quelle: Hofbauer, 1995) ist zu erkennen, dass mit zunehmendem Wassergehalt im Holz sowohl die Emissionen an CO als auch an OGC beträchtlich zunimmt. Die Ursache dafür liegt bei der niedrigeren Brennraumtemperatur, je höher der Wassergehalt im Brennstoff ist (siehe Abbildung 3.4 und Abbildung 3.5).

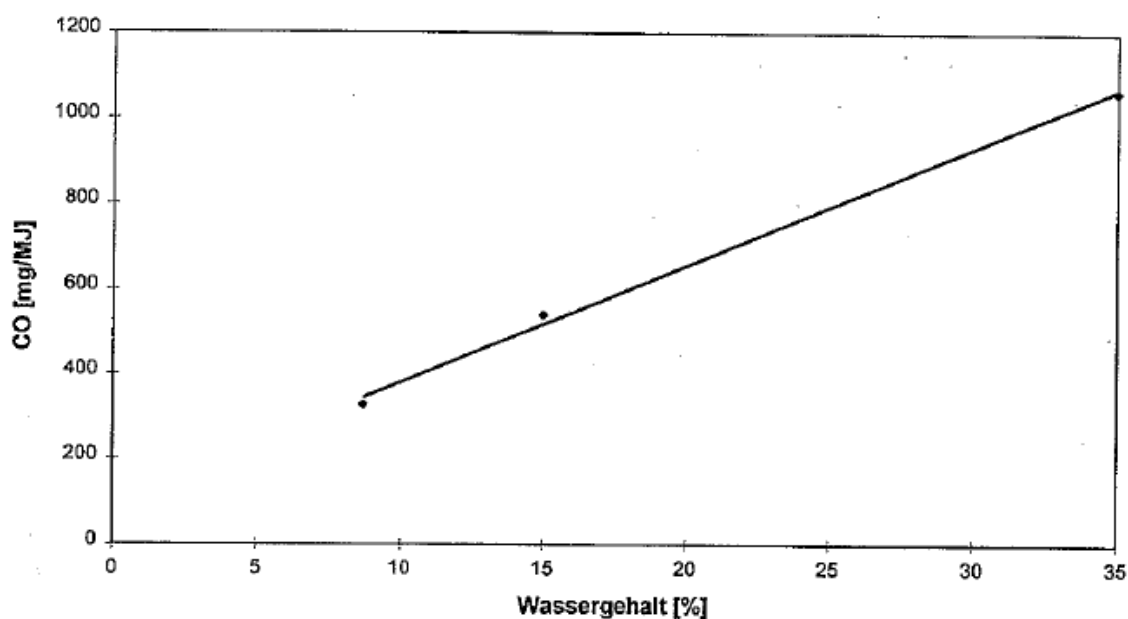


Abbildung 3.4: Einfluss des Wassergehalts auf die CO-Emissionen

Quelle: Hofbauer, 1995

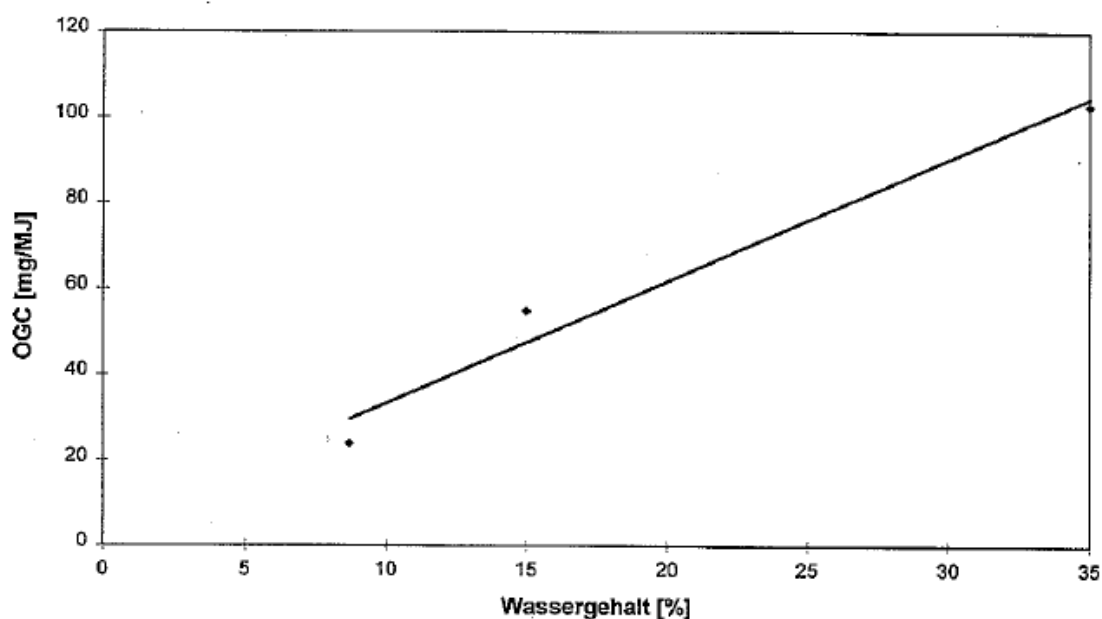


Abbildung 3.5: Einfluss des Wassergehalts auf die OGC Emissionen

Quelle: Hofbauer, 1995

3.4.2 Verweilzeit

Die erforderliche Verweilzeit ist die Zeit für die Oxidation in der Gasphase, also die Summe aus Stofftransport (Diffusion), Stoffaustausch und eigentlicher Reaktion. Je höher die Verweilzeit im Brennraum, desto besser ist der Ausbrand der Verbrennungsgase und desto niedriger sind die Emissionen.

Je höher die Temperatur und die Vermischung, desto geringere Verweilzeiten sind notwendig um die gleiche Ausbrandqualität zu erzielen. Die Aufenthaltsdauer der Gasteilchen liegt im Bereich von Bruchteilen einer Sekunde bis mehrere Sekunden. Da die Entgasungsprodukte bei Pyrolyse und Vergasung des Scheitholzes nicht am Brennraumeingang, sondern verteilt über den gesamten Brennraum entstehen, spricht man von einem Verweilzeitspektrum mit unterschiedlichen Verweilzeiten. In der Praxis herrscht ein anlagentypisches Verweilzeitspektrum, da die Verweilzeit abhängig von Brennraumgeometrie, Verbrennungstemperaturen und Luftüberschuss ist. Die Temperatur im Brennraum steht im direkten Zusammenhang mit den erforderlichen Verweilzeiten. In Abbildung 3.6 ist der Zusammenhang zwischen Temperatur und Verweilzeit bei verschiedenem Luftüberschuss anhand eines Experiments im Rohrreaktor dargestellt.

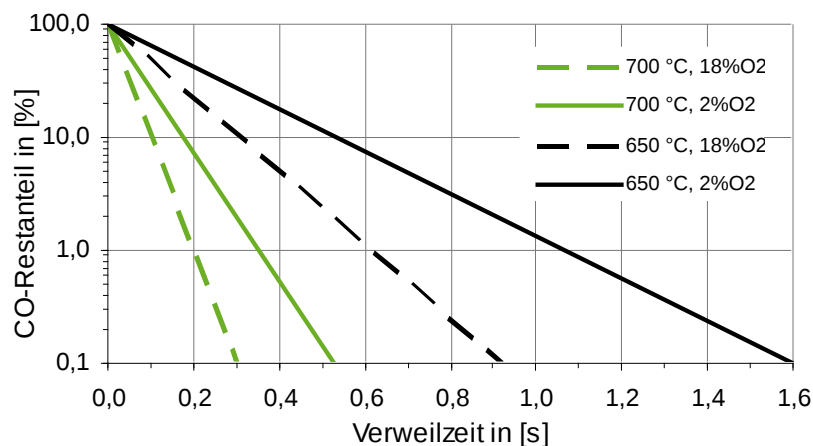


Abbildung 3.6: Abbau von CO im Rohrreaktor in Abhängigkeit von Verweilzeit bei 2 bzw. 18 % Sauerstoff und 650 bzw. 700 °C Verbrennungstemperatur

Hofbauer, 1995

Ausreichend Hohe Verweilzeiten ermöglichen auch dann einen vollständigen Ausbrand, wenn Temperatur und Durchmischung der Brenngase ungünstig sind. Es sind Verweilzeiten von über einer Sekunde anzustreben. Hohe Verweilzeiten werden durch folgende Maßnahme erreicht:

Niedrige Abgasgeschwindigkeit durch Begrenzung des Luftzuges (PM-V1)

Durch niedrigere Abgasgeschwindigkeiten im Brennraum wird die Verweilzeit erhöht. Eine niedrigere Abgasgeschwindigkeit wird durch Begrenzung oder Regulierung des Luftzuges erreicht. Dazu kann ein Zugbegrenzer, ein elektronisch geregeltes Saugzuggebläse oder eine

Drossel eingesetzt werden. Die Regulierung der Gasgeschwindigkeit ist jedoch nach unten begrenzt, da ein Mindestluftüberschuss erforderlich ist.

Niedrige Abgasgeschwindigkeit durch Querschnittserweiterungen (PM-V2)

Eine höhere Verweilzeit durch niedrige Abgasgeschwindigkeiten wird auch durch Querschnittserweiterung in der Ausbrandzone erreicht. Dies ermöglicht lokal niedrigere Geschwindigkeiten, ohne den Luftüberschuss zu verändern.

Konstruktive Maßnahmen (PM-V3)

Konstruktive Maßnahme wie zum Beispiel eine Nachbrennkammer, Zugplatten zur Optimierung der Abgasführung und die Vermeidung von nicht durchströmten Bereichen in der Brennkammer ermöglichen bei gleichzeitig verbesserter Durchmischung ein enges Verweilzeitspektrum. Bei konstruktiven Maßnahmen ist die Beeinflussung auf die Verbrennungstemperatur zu beachten.

3.4.3 Durchmischung

Bei der Verbrennung müssen zum einen der Kohlenstoff des Brennstoffes und zum anderen die brennbaren Gase (z.B. Kohlenmonoxid) mit der Verbrennungsluft durchmischt werden.

Die Qualität der Durchmischung ist wesentlich abhängig von der Verbrennungsgastemperatur. Die unterschiedlichen Viskositäten aufgrund verschiedener Temperaturniveaus zwischen heißem Brenngas ($>800\text{ °C}$) und kühler Verbrennungsluft (20 °C) erschwert die Durchmischung. Bei Temperaturen zwischen 600 und 1300 °C jedoch wird der Einfluss der Diffusionsgeschwindigkeit des Sauerstoffes in die Poren des Feststoffes (Brennstoff) deutlich. Die Abhängigkeit von der Temperatur ist in diesem Bereich gering. So beeinflusst die Diffusion des Sauerstoffs in die Poren und die Diffusion der Verbrennungsprodukte aus den Poren die Reaktionsgeschwindigkeit merkbar.

Bei der Gasverbrennung ist für eine gute Durchmischung der Luft mit den unverbrannten Gasen des Brennstoffes zu sorgen. Je höher die Turbulenz, desto kleiner könnte der Luftüberschuss, die Verweilzeit und/oder die Verbrennungstemperatur bei gleicher Verbrennungsgüte sein. Mit höheren Gasgeschwindigkeiten nimmt die Intensität des Stofftransportes zu. Zu hohe Geschwindigkeiten erhöhen jedoch den Staubaustrag. In Abbildung 3.7 ist eine Optimierung der Turbulenz der Scheibenspülluft mittels Computersimulation dargestellt.

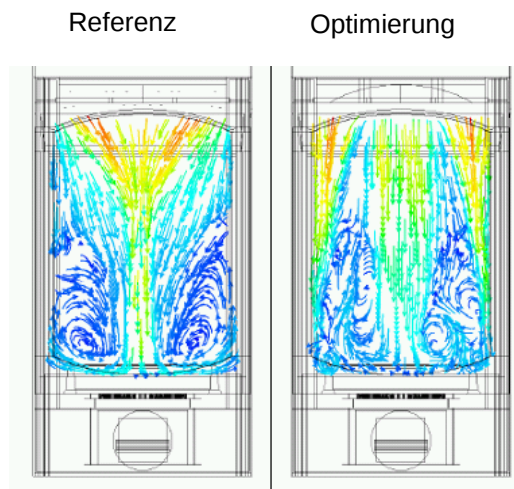


Abbildung 3.7: Simulation der Strömung der Scheibenspülluft eines Scheitholzofens

Quelle: Bioenergy2020+

Folgende Maßnahmen führen zu einer Durchmischung der Brenngase mit der Verbrennungsluft:

Mehrstufige Verbrennung (PM-D1)

Eine mehrstufige Verbrennung ermöglicht neben einer Verbesserung der bedarfsgerechten Luftzuführung eine Durchmischung, angepasst an die jeweilige Verbrennungsphase des Scheitholzes. Die Vergasung findet in einer primären Phase unter Luftmangel ($\lambda < 1$) im Festbett und die Gasverbrennung in einer sekundären Phase unter Luftüberschuss ($\lambda > 1$) im Brennraum statt. Die Zuluftströme für die mehrstufige Verbrennung sollten getrennt regelbar sein. Die Primärluft beeinflusst damit die Feuerungsleistung, während die Sekundärluft hauptsächlich für die vollständige Verbrennung der brennbaren Gase verantwortlich ist (Hartmann et. al, 2005). Die Regelung erfolgt entweder manuell, thermomechanisch über Bimetallelemente oder über elektronisch verstellbare Luftklappen.

Konstruktive Maßnahmen (PM-D2)

Die Durchmischung wird durch konstruktive Maßnahmen, die eine Verwirbelungen innerhalb der Brennkammer verursachen, begünstigt. Der Einbau von Zugplatten zur Umlenkungen der Brenngase ist nur eine von mehreren konstruktiven Lösungen. Wird der Scheitholzofen im Naturzug betrieben so sind die Möglichkeiten der Einbauten aufgrund des höheren Druckverlustes limitiert. Wird der Scheitholzofen mit Saugzugunterstützung betrieben, so ergeben sich weitere Möglichkeiten zur besseren Durchmischung. Die Verbrennungsluft kann zum Beispiel in die Brennkammer eingedüst werden. Der höhere Druckverlust der Einbauten wird durch das Saugzuggebläse ausgeglichen.

Vorwärmung der Verbrennungsluft (PM-D3)

Die bereits im Kapitel 3.4.1 beschriebene Vorwärmung der Verbrennungsluft bewirkt neben einer Steigerung der Temperaturen auch ein Angleichen der unterschiedlichen Viskositäten zwischen Verbrennungsluft und Brenngas und dadurch eine vollständigere Durchmischung.

3.4.4 Reduktion der Staubemissionen

Bei der Vermeidung von Staubemissionen durch Primärmaßnahmen muss der Staub in drei Kategorien unterteilt werden: 1) grobe Flugasche; 2) Staub aus organischen Feinstaubemissionen und Russ und 3) anorganische Feinstaubemissionen (Brunner, 2009)

1) Primärmaßnahmen zur Reduktion von groben Flugascheemissionen:

Die Entstehungsursache von grober Flugasche ist die Aufwirbelung von Brennstoff-, Asche- und Holzkohlepartikeln vom Brennstoffbett. Die Entstehung von grober Flugasche bei Scheitholzfeuerung kann durch folgende Maßnahmen verhindert werden:

- Vermeidung von um- oder abfallendem Scheitholz
- Optimierte Brennstoffbettdurchströmung
- Optimierte Feuerraumgeometrie mit Absetzzonen, in denen aufgewirbelte Brennstoff-, Asche- und Holzkohlepartikel wieder abgeschieden werden können

2) Vermeidung von organischem Feinstaub und Russ

Die Vermeidung von organischem Feinstaub und Russ, welche aus dem unvollständigen Gasausbrand entstehen, ist durch folgende Maßnahmen möglich:

- Luftstufung (auch bei Teillastbetrieb)
- alle Primärmaßnahmen, die für eine vollständige Verbrennung sorgen (gute Durchmischung, hohe Feuerraumtemperaturen und ausreichende Verweilzeit)
- Anlagenkonzeption und Regelung die beim Anzünden, Vollbrand und Ausbrand eine vollständige Verbrennung ermöglicht

3) Primärmaßnahmen zur Reduktion von anorganischen Feinstaubemissionen

Die Bildung von anorganischen Feinstaubemissionen hängt bei der Verbrennung chemisch unbehandelter Biomasse weitgehend von der Freisetzung von Kalium aus dem Brennstoff in die Gasphase ab. Wie in Abbildung 3.8 dargestellt steigt die Kalium – Freisetzung mit steigenden Betttemperaturen. Um die anorganischen Feinstaubemissionen zu reduzieren muss Kalium möglichst effizient in die Grobasche durch folgende Maßnahmen eingebunden werden:

- Brennstoffbettkühlung
- Extreme Luftstufung

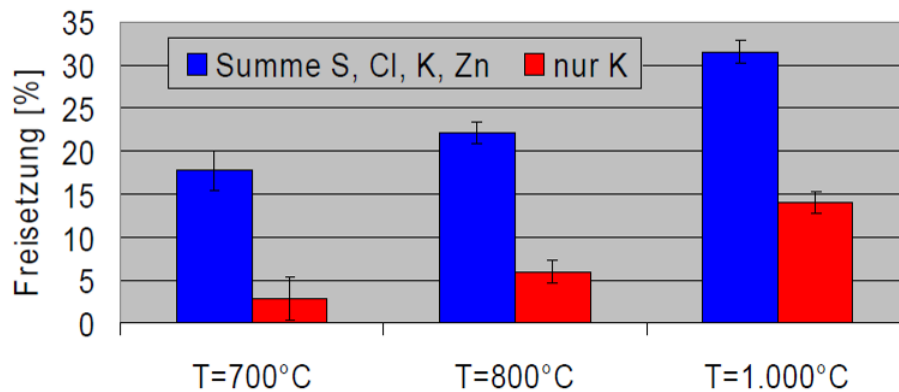


Abbildung 3.8: Freisetzung aerosolbildender Elemente (Summe von S, Cl, K, Zn) sowie von Kalium aus dem Brennstoff in die Gasphase für verschiedene Betttemperaturen bei der Holzkohleverbrennung; Ergebnis von Testläufen an einem Laborreaktor

Quelle: Brunner, 2009

3.4.5 Luftüberschuss

Bei der Verbrennung wird Sauerstoff benötigt, der durch die Verbrennungsluft zugeführt wird. In Summe muss mit einem Überschuss an Verbrennungsluft ($\lambda > 1$) gearbeitet werden, da eine vollständige (ideale) Vermischung von Luft und Brennstoff in der Praxis nicht erreicht wird. Dies gilt insbesondere für feste Brennstoffe und für chargenweise Beschickung. Der Luftüberschuss darf jedoch nicht zu groß sein, da ansonst durch die überschüssige Verbrennungsluft die Feuerraumtemperatur sinkt. Überschüssige Luft, welche theoretisch nicht an der Verbrennung teilnimmt, nimmt Wärme aus der Verbrennung auf. Damit muss eine größere Luftmasse mit gleicher freigesetzter Wärmemenge erwärmt werden, was eine geringere Verbrennungsgastemperatur zur Folge hat.

Der Luftüberschuss beeinflusst die Verweilzeit, die Verbrennungstemperatur und die Durchmischung und dadurch

Abbildung 3.9 zeigt typische Feuerungscharakteristiken verschiedener Biomassekessel – Entwicklung von Kohlenmonoxid-Konzentrationen als Funktion des Luftüberschuss. Der Verlauf dieser Kurven ist abhängig von den Faktoren für eine vollständige Verbrennung: hohe Verbrennungstemperaturen, ausreichende Verweilzeit und der Durchmischung (Kapitel 3.4.1, 3.4.2 und 3.4.3). Die Optimierung dieser Faktoren bei Biomassekessel ist anhand der Technologieentwicklung von a) bis d) ersichtlich. Ein zu hoher Luftüberschuss führt zu einer Abkühlung der Verbrennungsgase und zu höheren Abgasverlusten. Herrscht ein zu niedriger Luftüberschuss, müssen andere Primärmaßnahmen optimiert werden um trotzdem eine vollständige Verbrennung zu erreichen.

Am Beispiel der Entwicklung bei den Scheitholzkesseln ist zu erkennen: Eine signifikante, weitreichende Emissionsreduktion wird nicht durch inkrementelle Verbesserungen der bestehenden Technologie erreichbar sein. Vielversprechende Technologien, wie die Saugzugregelung mit oberem Abbrand oder mit Sturzbrand, die bereits bei der Entwicklung von Scheitholzvergaserkessel umgesetzt worden sind, haben auch bei Öfen das Potential die Emissionen im Praxisbetrieb ohne Sekundärmaßnahmen zu reduzieren. Bei Öfen mit Saugzugregelung wird eine Verbesserung der Verbrennungsregelung und das Potential zur Wirkungsgradsteigerung erwartet. Öfen mit Sturzbrand und elektronischer Luftklappenregelung haben zusätzlich das Potential zur Reduzierung des Benutzereinflusses, da diese Technologie einen gleichmäßigen Abbrand unabhängig von der Auflagemenge ermöglicht.

Der Einsatz dieser Technologien ändert aber auch das gewohnte Flammenbild von Scheitholzöfen. Für die Durchsetzung dieser Technologien bei Scheitholzöfen ist die Akzeptanz der Konsumenten in Hinblick auf das geänderte Flammenbild und die Abhängigkeit einer elektrischen Energieversorgung erforderlich.

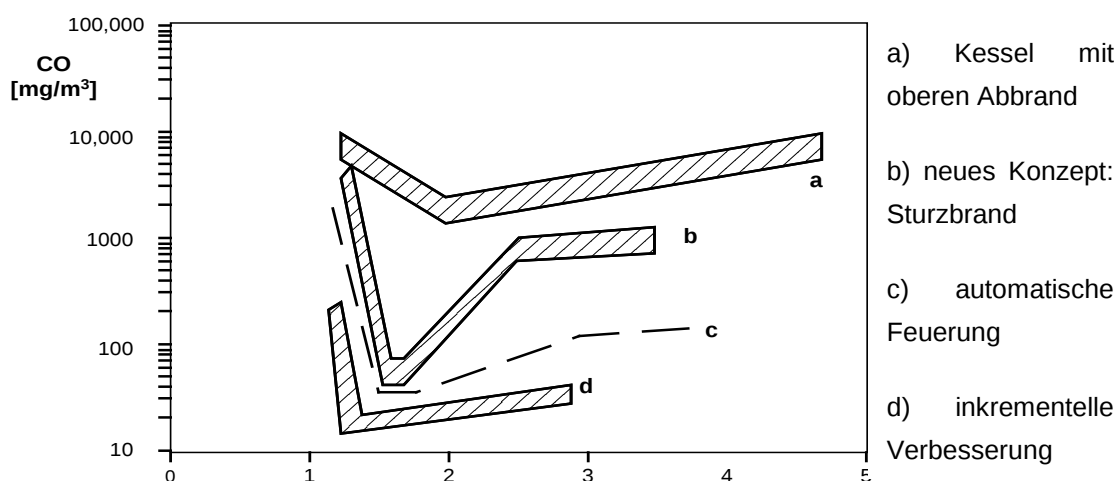


Abbildung 3.9: Entwicklung von CO-Emissionen in Abhängigkeit von der Luftzahl

Quelle: Nussbaumer, 1989

Optimaler Luftüberschuss für Scheitholzöfen

Bei der Verbrennung von festen Brennstoffen und für die chargenweise Beschickung wird angestrebt sich bei einem höheren Luftüberschuss zu bewegen, also auf der flachen Kurve rechts neben dem Minimum (siehe Abbildung 3.9), da im Betrieb immer leichte Schwankungen beim Verbrennungsprozess auftreten können. Das Unterschreiten der „kritischen“ Luftzahl, steile Kurve links neben dem Minimum, hat hohe Kohlenmonoxid-Konzentrationen zur Folge. Bei Scheitholzöfen ergibt sich folgende Grundbedingung hinsichtlich des Brennstoff/Luft-Verhältnisses: $2 < \lambda < 3,5$ (Hofbauer, 1995).

Bei der Entwicklung von emissionsarmen Scheitholzöfen spielen verschiedene Technologien zur Regulierung des Luftüberschusses eine wesentliche Rolle (siehe Kapitel 3.4.6).

3.4.6 Verbrennungsregelung

Eine Verbrennungsregelung ist erforderlich, da sich während eines Scheitholzabbrandes die Mengenverhältnisse (Brennstoff/Luft) kontinuierlich ändern. Bei Scheitholzöfen ist eine Luftmengenregelung und Regelung der Luftaufteilung möglich. Eine Brennstoffmengenregelung, vergleichbar mit Pellets- oder Hackgutfeuerungen ist nicht möglich. Durch die stetige Anpassung an unterschiedliche Verbrennungsphasen kann durch das Einstellen der Primärluft die Abbrandgeschwindigkeit (Leistungsregelung) und durch das Einstellen der Sekundärluft der Ausbrand geregelt werden.

Die Verbrennungsregelung ist eine Primärmaßnahme, die es ermöglicht den erforderlichen Luftüberschuss abhängig vom Zeitpunkt des Abbrandes zu optimieren. Die Verbrennungsluftregelung erfolgt dabei durch eine Regelung der Luftmenge und/oder der optimalen Aufteilung zwischen Primär- und Sekundärluft.

Folgende Primärmaßnahmen können, aufgrund abbrandabhängigen und variablen Bedingungen, nur durch eine Verbrennungsluftregelung effizient umgesetzt werden:

PM-T1: niedriger Luftüberschuss

PM-V1: niedrige Abgasgeschwindigkeit

PM-D1: mehrstufige geregelte Luftstufung

PM-L1: abhängig von der Feuerungscharakteristik leicht erhöhter Luftüberschuss

Eine Regelung der Verbrennungsluftaufteilung kann manuell durch den Nutzer, thermomechanisch mittels Bimetallelemente oder elektronisch erfolgen:

Manuelle Regelung

Bei der manuellen „Regelung“ der Luftaufteilung werden die Luftklappen vom Nutzer nach den Vorgaben in der Bedienungsanleitung geregelt. Die Regelung erfolgt allerdings nach einem festgelegten Ablauf. Die Verstellung der Luftklappen erfolgt meist nur zwischen den Abbränden und nicht kontinuierlich. Unterschiedliche Zugverhältnisse (Naturzug) während eines Abbrandes bleiben dabei unberücksichtigt.

Thermomechanische Regelung

Die thermomechanische Regelung mittels Bimetallelement regelt die Luftaufteilung zwischen Primär- und Sekundärluft temperaturabhängig. Da sich bei einer Änderung des Luftüberschusses auch die Temperatur ändert, können unterschiedliche Zugverhältnisse indirekt berücksichtigt werden. Der stromlose Betrieb ist ein Vorteil der thermomechanischen Regelung.

Elektronische Regelung

Eine Voraussetzung für die elektronische Regelung ist über Sensoren (Temperatur, Luftüberschuss und/ oder CO-Sensor) den Verbrennungszustand zu ermitteln. Ausgehend vom aktuellen Verbrennungszustand und unter Berücksichtigung des letzten Nachlegezeitpunkt (Tür-Signal) wird die Luftaufteilung geregelt. Das Betreiben einer Scheitholzfeuerung mit elektronischer Regelung ermöglicht das kontinuierliche Optimieren der Luftaufteilung.

Die Regelung der Verbrennungsluftmenge erfolgt durch ein elektronisch geregeltes Saugzuggebläse oder wird begrenzt durch eine Nebenluftvorrichtung (Zugbegrenzer).

Drehzahlgeregelte Saugzuggebläse

Ein drehzahlgeregeltes Saugzuggebläse kann die erforderliche Gesamtluftmenge optimal einstellen. Um auch die variierenden Mengenverhältnisse der verschiedenen Verbrennungsphasen zu berücksichtigen ist eine Kombination der Saugzugregelung mit einer elektronischen Regelung zur Luftaufteilung sinnvoll.

Nebenluftvorrichtung

Eine Nebenluftvorrichtung begrenzt den herrschenden Naturzug im Scheitholofen ab einem eingestellten Wert. Eine einstellbare Klappe ermöglicht die Begrenzung indem Umgebungsluft in den Kamin strömt. Bei gleichbleibendem oder höherem Naturzug im Vergleich zum eingestellten Wert schafft der Zugbegrenzer nahezu konstante Zugbedingungen. Der stromlose Betrieb ist ein Vorteil der Nebenluftvorrichtung gegenüber der Saugzugregelung.

Drossel

Eine Drossel erzeugt einen zusätzlichen Druckverlust im Kamin, wodurch der Luftzug und die Luftmenge reduziert werden. Der Druckverlust über die Drossel steigt mit zunehmendem Volumenstrom im Kamin. Der stromlose Betrieb ist ein Vorteil der Drossel gegenüber der Saugzugregelung.

Die Darstellung in Abbildung 3.10 zeigt den Zusammenhang zwischen Kohlenmonoxid-Emissionen und des Luftüberschuss λ eines Scheitholzabbrandes bei einem auf 12 Pa geregeltem Saugzug. Die CO- λ Charakteristik ist während der Startphase optisch ähnlich wie bei automatischen Feuerungen. Der Unterschied des zeitlichen CO- Verlauf besteht durch den chargenweisen Betrieb von Scheitholzföfen im Gegensatz zu der kontinuierlichen Verbrennung von automatischen Feuerungen.

Die Bereiche in Abbildung 3.10 sind in unterschiedliche Zeitabschnitte aufgeteilt: Bereich eins von 03:20 bis 09:45, Bereich zwei von 09:45 bis 24:45 und Bereich drei von 24:45 bis 42:15. Im Bereich eins wird das aufgelegte Scheitholz entzündet. In diesem Bereich verursachen Zonen mit örtlichem Sauerstoffmangel hohe CO-Emissionen. Während des Bereiches zwei aufgrund der Verbrennungsbedingungen und des eingestellten Luftüberschuss die CO-Emissionen niedrig sind. Im Ausbrand (Bereich 3) werden durch den hohen Luftüberschuss die Brenngase abgekühlt wodurch die Reaktionstemperatur sinkt. Der über den gesamten Abbrand

unveränderte Volumenstrom ist in diesem Bereich zu hoch und dadurch die Verweilzeit kurz. Geringe Reaktionstemperatur und kurze Verweilzeiten haben hohe CO-Emissionen zur Folge. Da der Ausbrand fast die Hälfte der gesamten Abbranddauer beträgt, besteht in diesem Bereich das größte Optimierungspotential.

Folgende Aufgaben hat eine Verbrennungsluftregelung zu erfüllen um die CO-Emissionen zu reduzieren:

- 1) Eine möglichst schnelle Startphase, wobei hohe Verbrennungstemperaturen möglichst rasch erreicht werden sollen (z.B. durch Verbrennungsgas Rezirkulation, elektrische Vorwärmung).
- 2) Eine Steigerung des Luftüberschuss während der Startphase (Bereich 1).
- 3) Eine Reduktion des Luftüberschuss während des Ausbrandes (Bereich 3).

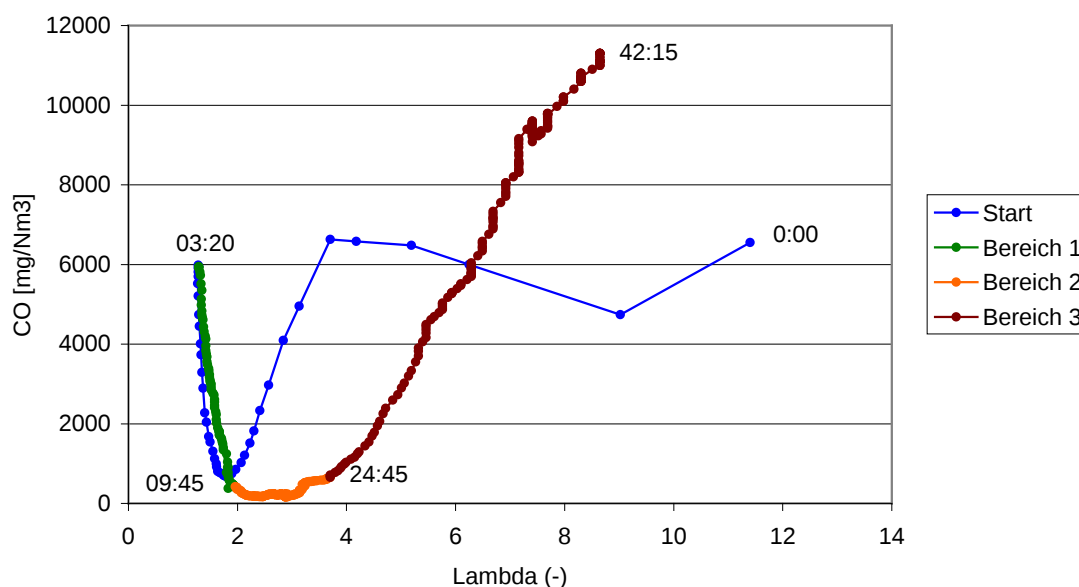


Abbildung 3.10: Scheitholzabbrand dargestellt als CO – Lambda Charakteristik

Quelle: Bioenergy2020+

Die bei Bioenergy2020+ und bei FJBLT durchgeführten Versuche zeigen die Auswirkungen von unterschiedlichen Verbrennungsregelungssystemen auf die CO-Emissionen. Für die Versuchsserie wurde jeweils der gleiche Scheitholzofen mit gleichbleibendem Aufbau der Messstrecke nach ÖNORM 13240 herangezogen. Der Hintergrund der Untersuchung der Verbrennungsluftregelungssysteme ist die Ermittlung der fortschrittlichsten Maßnahme um gute Verbrennungsbedingungen in verschiedenen Abbrandphasen sicherzustellen. Die automatischen Regelungssysteme haben ein großes Emissionsminderungspotential, da der Benutzereinfluss reduziert und dadurch mögliche Fehlbedienungen vermieden werden.

Die Brennstoffauflage erfolgte bei allen Versuchen gleich:

**Auflage vor dem
1. Abbrand**

Auflage von unten nach oben:
1) zwei Scheite mit je 0,5 kg
2) 4 Scheite mit insgesamt 1 kg
3) 4 Spreißel mit insgesamt 0,2 kg
Gewicht der gesamten Auflage: 2,2 kg



Abbildung 3.11: Brennstoffauflage vor dem Anzünden

Quelle: Bioenergy2020+

**Auflage vor dem
2.-4. Abbrand**

Insgesamt 2 Stück Scheitholz:
Parallel zur Brennkammertür:
1) vorderes: 1,1 – 1,2 kg
2) hinteres Scheit: 1 -1,1 kg
Gewicht der gesamten Auflage: ca. 2,2 kg



Abbildung 3.12: Brennstoffauflage bei 2. bis 4. Abbrand

Quelle: Bioenergy2020+

Tabelle 3.2: Beschreibung der Brennstoffauflage bei den Versuchsdurchführungen

Quelle: Bioenergy2020+

Folgende Systeme zur Regelung der Luftaufteilung wurden untersucht:

Elektronische Luftklappenregelung

Der untersuchte Scheitholzofen verfügte über eine elektronische Regelung der Luftklappen, die abhängig von der Temperatur die Luftstufung regelt.

Manuelle Regelung

Die manuelle Regelung erfolgte indem die elektronische Regelung des Scheitholzofens abgestellt wurde und die Luftklappen laut Bedienungsanleitung verstellt wurden. Beim 1. Abbrand wurde der Rost geöffnet und die Luftklappe auf die Anheizstellung (Primärluft und

Sekundärluft 100 % geöffnet) gestellt. 15 Minuten danach wurde der Rost geschlossen und die Luftklappe auf „Idealstellung“ (Primärluft geschlossen und Sekundärluft ca. 30 % geöffnet) gebracht (siehe Abbildung 3.13).



Abbildung 3.13: Verstellbereich bei manuell geregeltem Scheitholzabbrand

Quelle: Bioenergy

Folgende Systeme zur Regelung der Luftmenge wurden untersucht:

Referenz: Naturzug

Der Naturzug ist abhängig von der Verbrennungsgastemperatur, vom Durchmesser und der Höhe des Kamins sowie von den aktuellen Wetterverhältnissen (Außentemperatur, Wind, Luftdruck). Der Naturzug ist während den Untersuchungen im kalten Zustand, beim Anzünden von Scheitholz ausreichend vorhanden. Wenn der Kamin sich aufheizt und zu „ziehen“ (Kamineintrittstemperatur > Außentemperatur) beginnt, steigt der Naturzug. Der Naturzug ist während des Scheitholzabbrandes nicht beeinflussbar.

Nebenluftvorrichtung (Zugbegrenzer):

Die Nebenluftvorrichtung ist eine Luftklappe im Verbindungsstück zwischen Scheitholzofen und Kamin, die sich ab einem einstellbaren Unterdruck öffnet. Dadurch strömt Nebenluft in den Kamin und der Naturzug wird auf den eingestellten Wert begrenzt. Mittels Nebenluftvorrichtung ist ein maximaler Zug einstellbar.

Saugzugregelung:

Beim Versuch mit Saugzugregelung wird der Zug mittels Elektronik konstant auf 12 Pa geregelt. Die Schwankungsbreite liegt bei +/- 2 Pa. Diese Regelung des Kaminzuges entspricht den Vorgaben laut ÖNORM EN13240.

In Abbildung 3.14 sind die zeitlichen Verläufe des Unterdruckes im Kamin der drei Varianten dargestellt. Auffällig ist, dass bei Naturzug der Abbrand schneller stattfindet als bei dem Versuch mit Zugbegrenzer, da durch den höheren Zug mehr Luftsauerstoff für eine raschere Verbrennung zur Verfügung steht. Im geregelten Saugzugbetrieb ist die Abbranddauer ähnlich schnell, da bereits zu Beginn ein höherer Zug zur Verfügung steht.

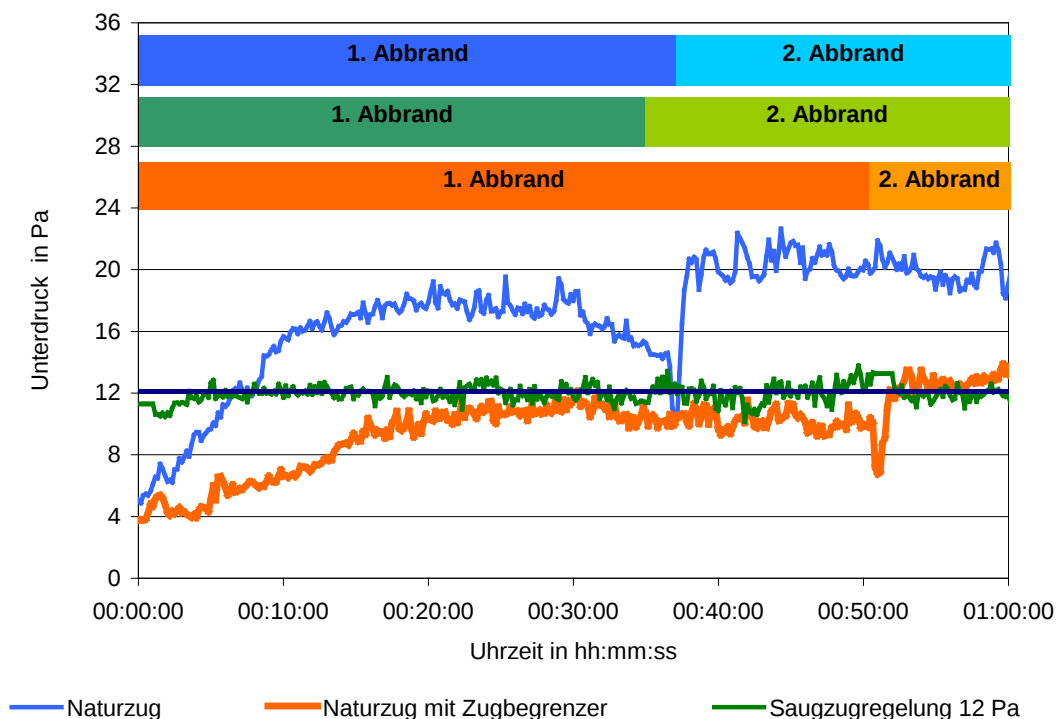


Abbildung 3.14: Verlauf des Unterdrucks einer Scheitholzfeuerung mit elektronischer Luftklappenregelung bei Naturzug, mit Zugbegrenzer und mit Saugzugregelung auf 12 Pa

Quelle: Bioenergy2020+

Luftklappenregelung	Elektronische Regelung			Manuelle Regelung	
	Saugzug 12 Pa	Zugbegrenzer 12 Pa	Referenz (Naturzug)	Zugbegrenzer 12 Pa	Referenz (Naturzug)
Luftmengenregelung					
CO [mg/MJ]					
1. Abbrand	2400	1800	1700	2500	1800
CO [mg/MJ]	900 bis	2200 bis	1600 bis	2400 bis	1800 bis
2 - 4. Abbrand	1600	2500	2200	3100	2400
Indirekter Wirkungsgrad [%]	73	68	62	61	58

Tabelle 3.3: Ergebnisse der Versuchsserie mit unterschiedlichen Verbrennungsregelungen

Quelle: Bioenergy2020+

Der untersuchte Scheitholzofen erzielte bei Naturzug (Referenzbetrieb) mit elektronischer Regelung im Vergleich zu den anderen Versuchen niedrigere CO-Emissionswerte. Nur beim Versuch mit konstanter Saugzugregelung wurden im Mittel vom 2. - 4. Abbrand noch niedrigere CO-Emissionen erreicht. Der bei den Versuchsdurchführungen verwendete Zugbegrenzer erfolgte ohne Anpassung der Regelung des Scheitholzofens. Eine Abstimmung des Zugbegrenzers mit der Regelung (elektronisch oder manuell) ist erforderlich um CO-Emissionen noch weiter zu reduzieren.

Durch den höheren Kaminzug bei den Versuchen im Naturzug (Referenzbetrieb) steigen die Abgasverluste und der Wirkungsgrad ist niedriger als bei den Versuchen mit Zugbegrenzer. Den höchsten Wirkungsgrad erreicht die Saugzugregelung, da auch zu Beginn des 1. Abbrandes ausreichend Luftüberschuss für eine vollständige Verbrennung vorhanden ist.

3.5 Sekundärmaßnahmen

Sekundärmaßnahmen reduzieren Emissionen, die aufgrund von unvollständiger Verbrennung entstanden sind. Sekundärmaßnahmen zur Emissionsminderung sind Abgasreinigungssysteme. Diese Maßnahmen können entweder in die Feuerungsanlage serienmäßig integriert sein oder als Nachrüstlösung in Bestandsanlagen eingesetzt werden. Die betrachteten Systeme minimieren die Emissionen Kohlenmonoxid, Staub und organisch gebundener Kohlenstoff. Folgende Sekundärmaßnahmen sind experimentell untersucht und bewertet worden:

- Oxidationskatalysator
- Keramikschaufilter
- Elektrofilter

3.5.1 Oxidationskatalysator

Ein Oxidationskatalysator ermöglicht unabhängig vom verwendeten Brennstoff oder von der Betriebsweise einer Feuerungsanlage die Emissionen in einem bestimmten Ausmaß zu senken. Je nach Geometrie und Anordnung der katalytisch wirksamen Keramiken entsteht ein bestimmter Druckverlust in der Verbrennungsgasströmung durch den Reaktor.

Der untersuchte Oxidationskatalysator ist eine modular aufgebaute Katalysatoreinheit, die für die Abgasreinigung von Kleinfeuerungsanlagen angewendet werden kann. Die katalytisch aktive Keramik, ist in zwei Lagen innerhalb einer Kassette angeordnet (siehe Abbildung 3.15). Die beiden Kassetten mit katalytisch aktiver Keramik erstrecken sich über den gesamten Querschnitt der Abgasführung, wodurch das Abgas nicht über einen Bypass vorbeiströmen kann. Durch die beschichteten Keramiken sollen CO, HC, Dioxine und Aromate katalytisch oxidiert werden. Die Staubabscheidung erfolgt durch temporäre Anlagerung und anschließende Oxidation in der heißen Atmosphäre der Verbrennungsgase. Die Wirkung der Emissionsminderung des Oxidationskatalysators wurde mittels einer Scheitholzfeuerung mit 8 kW Nennleistung getestet. Die Bewertung der CO-Emissionen erfolgte, indem während des Betriebs zeitgleich vor und nach dem Katalysator mit je einem Abgasanalysegerät gemessen wurde. Die Bewertung der Staub und OGC-Emissionen erfolgte indem die Ergebnisse von Versuchen mit und ohne Oxidationskatalysator verglichen wurden. Die Versuche wurden bei Nennlast unter Prüfbedingungen mit geregelter Saugzug durchgeführt. Der Unterdruck wurde vor dem Katalysator auf 12 Pa konstant geregelt. Die Datenauswertungen erfolgen ab Anzünden des Scheitholzes, für jeweils 4 Abbrände, bis zu dem Zeitpunkt, ab dem der Kohlendioxidgehalt im Abgas unter 3,5 % sinkt.



Abbildung 3.15: links: Versuchsaufbau zum Test des Oxidationskatalysators; rechts: Oxidationskatalysator
Quelle: Bioenergy2020+

Die kontinuierliche Temperaturmessung fand während der Versuche vor und nach dem Katalysator, zwischen den katalytisch aktiven Keramiken und am Gehäuse statt. Das Ofenrohr wurde zwischen Scheitholzofen und Katalysator sowie das Katalysatorgehäuse selbst mit Steinwolle gedämmt (siehe Abbildung 3.15).

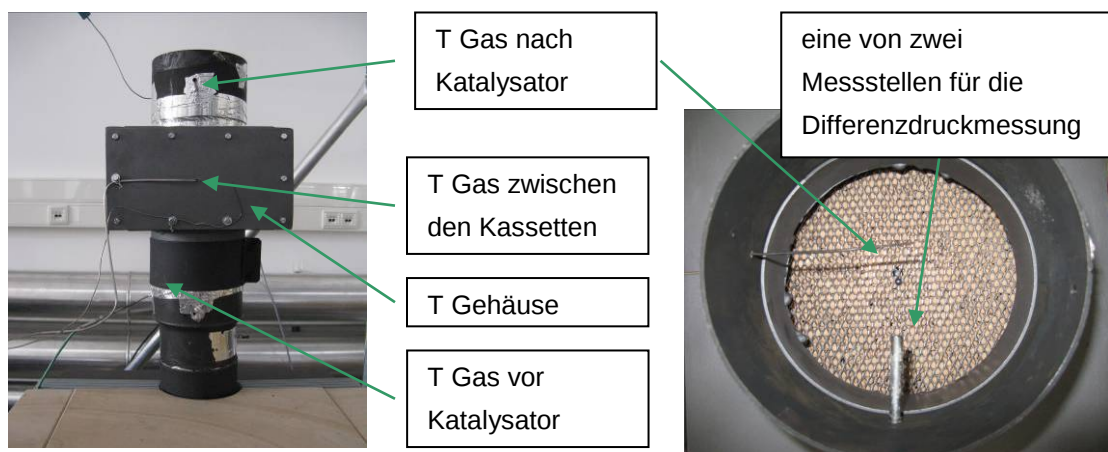


Abbildung 3.16: Positionierung der Thermoelemente am Oxidationskatalysator (ohne Wärmedämmung)
Quelle: Bioenergy2020+

Ergebnis: Druckverlust über den Katalysator

Der Druckverlust über die beiden Kassetten schwankt von 2 bis 12 Pascal (siehe Abbildung 3.17). Die hohen Druckschwankungen sind zurückzuführen auf die variierende Abgasgeschwindigkeit, die wiederum abhängig von der unterschiedlichen

Verbrennungsluftmenge ist. Bei einem konstant geregelten Unterdruck wird die Verbrennungsluftmenge durch die Luftklappenstellung bestimmt.

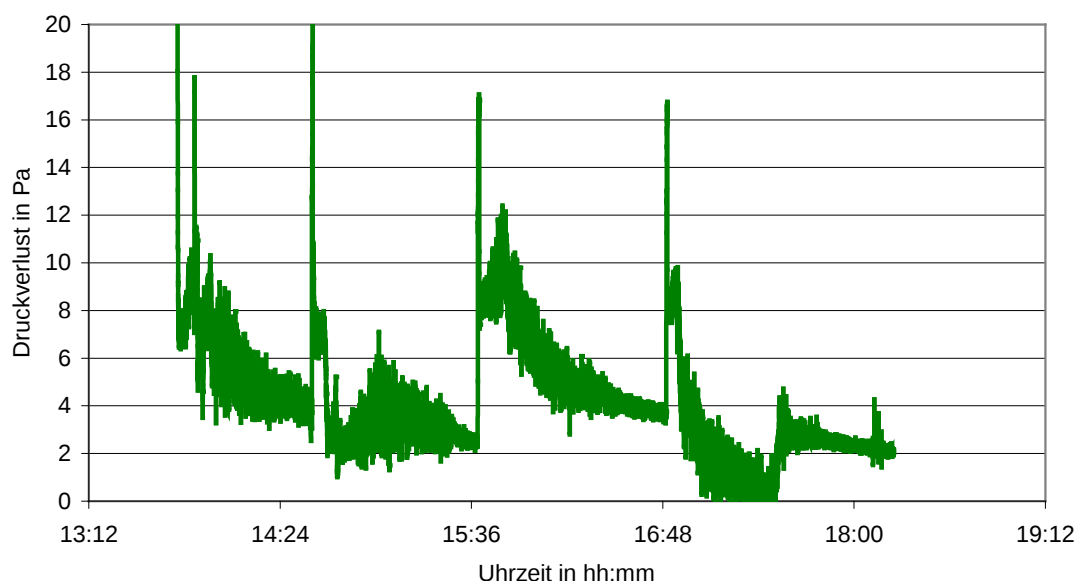


Abbildung 3.17: Druckverlust über den Oxidationskatalysator bei verschiedenen Abbränden

Quelle: Bioenergy2020+

Ergebnis: Temperaturen im Katalysator

Die Temperaturmessung ergab, dass das mittlere Temperaturniveau bis zum 3. Abbrand gestiegen ist. Temperaturschwankungen von bis zu 160 K konnten, abhängig von der Abbrandphase gemessen werden. Dabei ist zu bemerken, dass unmittelbar nach der Brennstoffauflage ein hoher zunehmender Temperaturanstieg herrscht und dann mit abnehmender Brennstoffmenge sinkt (siehe Abbildung 3.18).

Temperatur in °C	Anheizen	2. Abbrand	3. Abbrand	4. Abbrand
T Gas vor Katalysator	20 – 370	250 – 390	270 – 430	270 – 390
T Gas zwischen den Kassetten	20 – 370	250 – 390	270 – 430	270 – 390
T Gas nach Katalysator	20 – 290	230 – 310	270 – 350	250 – 310
T Gehäuse	20 – 230	170 – 270	210 – 310	210 – 270

Tabelle 3.4: Abgastemperaturen vor, nach und im Katalysator und am Gehäuse innerhalb der Dämmung.

Quelle: Bioenergy2020+

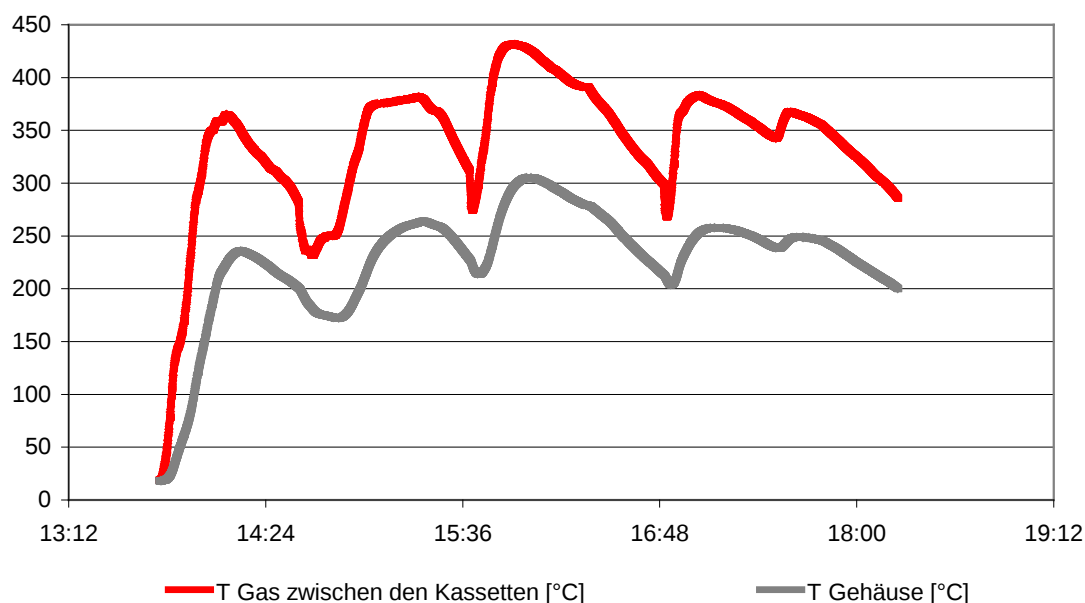


Abbildung 3.18: Temperaturschwankungen bei verschiedenen Abbränden

Quelle: Bioenergy2020+

Ergebnis: Bewertung der Emissions-Reduktion

Die Bewertung der CO-Reduktion erfolgte durch die gleichzeitige Messung vor und nach dem Oxidationskatalysators während des Betriebs des Scheitholzofens. Die katalytisch aktiven Materialien beginnen ab einer Starttemperatur von 120 °C zu wirken (siehe Abbildung 3.19).

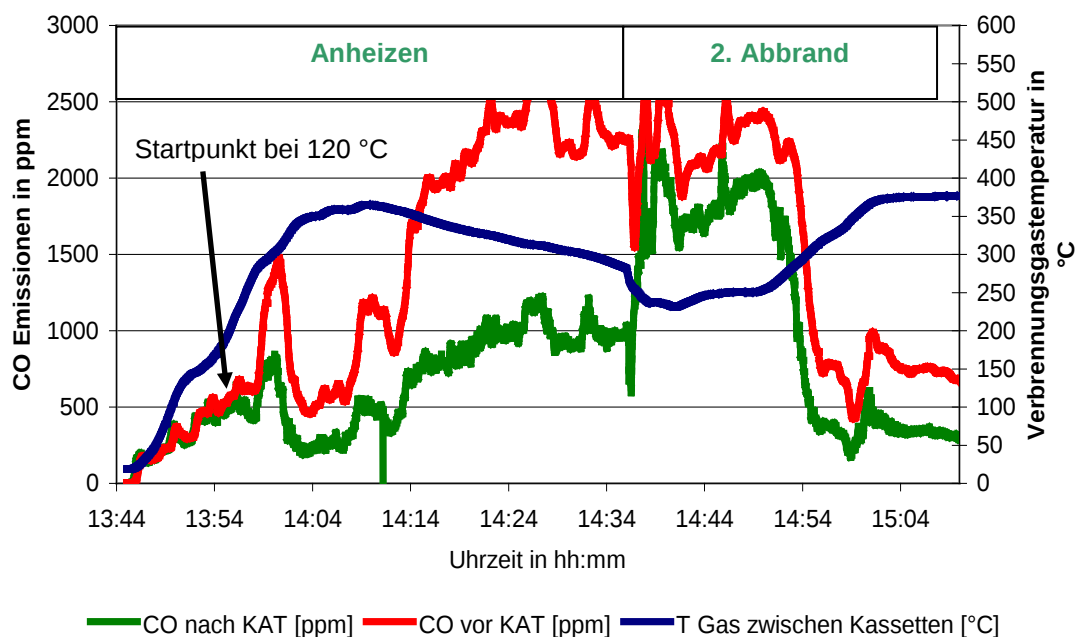


Abbildung 3.19: CO Minderung durch den Oxidationskatalysator (KAT) und Gastemperatur

Quelle: Bioenergy2020+

Die CO- Emissionen konnten durch den Oxidationskatalysator sowohl bei Teillast als auch bei Nennlast im Mittel über 4 Abbrände um zirka die Hälfte reduziert werden (siehe Tabelle 3.5 und Tabelle 3.6).

CO Emissionen Nennlast	Anheizen	2. Abbrand	3. Abbrand	4. Abbrand
vor dem Katalysator	1603 mg/MJ	1366 mg/MJ	1554 mg/MJ	1460 mg/MJ
nach dem Katalysator	752 mg/MJ	821 mg/MJ	780 mg/MJ	791 mg/MJ
Minderung	53 %	40 %	50 %	46 %
Mittelwerte vor dem KAT	1496 ±105 mg/MJ			
Mittelwerte nach dem KAT	786 ±29 mg/MJ			
Minderung	47 %			

Tabelle 3.5: CO Emissionen bei Nennlast vor und nach dem Katalysator

Quelle: Bioenergy2020+

CO Emissionen Teillast	Anheizen	2. Abbrand	3. Abbrand	4. Abbrand
vor dem Katalysator	1368 mg/MJ	2465 mg/MJ	1530 mg/MJ	1319 mg/MJ
nach dem Katalysator	700 mg/MJ	1189 mg/MJ	790 mg/MJ	663 mg/MJ
	49 %	52 %	48 %	50 %
Mittelwerte vor dem KAT	1670 ±537 mg/MJ			
Mittelwerte nach dem KAT	836 ±242 mg/MJ			
	50 %			

Tabelle 3.6: CO Emissionen bei Teillast vor und nach dem Katalysator

Quelle: Bioenergy2020+

Die OGC Emissionen vor und nach dem Oxidationskatalysator wurden nicht zeitgleich sondern bei verschiedenen Versuchen erfasst. Die OGC- Emissionen konnten durch den Oxidationskatalysator im Mittel über 4 Abbrände nicht signifikant reduziert werden, da die Abweichung zwischen den Abbränden deutlich höher liegt als die Änderung der Mittelwerte mit und ohne Katalysator (siehe Tabelle 3.7).

OGC Emissionen	Anheizen	2. Abbrand	3. Abbrand	4. Abbrand
ohne Katalysator	262 mg/MJ	48 mg/MJ	35 mg/MJ	22 mg/MJ
mit Katalysator	108 mg/MJ	135 mg/MJ	43 mg/MJ	22 mg/MJ
Mittelwerte ohne KAT	92 ±114 mg/MJ			
Mittelwerte mit KAT	77 ±53 mg/MJ			

Tabelle 3.7: OGC Emissionsreduzierung bei Versuchen ohne und mit Katalysator

Quelle: Bioenergy2020+

Die Staub Emissionen vor und nach dem Oxidationskatalysator wurden nicht zeitgleich sondern bei verschiedenen Versuchen erfasst. Die Staub Emissionen konnten durch den

Oxidationskatalysator im Mittel über 4 Abbrände nicht signifikant reduziert werden, da die Abweichung zwischen den Abbränden deutlich höher liegt als die Änderung der Mittelwerte mit und ohne Katalysator (siehe Tabelle 3.8).

Staub Emissionen	Anheizen	2. Abbrand	3. Abbrand	4. Abbrand
ohne Katalysator	41 mg/MJ	19 mg/MJ	12 mg/MJ	51 mg/MJ
mit Katalysator	33 mg/MJ	21 mg/MJ	23 mg/MJ	9 mg/MJ
Mittelwerte ohne KAT	31 ±18 mg/MJ			
Mittelwerte mit KAT	22 ±10 mg/MJ			

Tabelle 3.8: Staub Emissionsreduzierung bei Versuchen ohne und mit Katalysator

Quelle: Bioenergy2020+

Die Auswertung der Messergebnisse, zeigen eine Reduktion der CO-Emissionen um zirka die Hälfte durch den Oxidationskatalysator bei Nennlast und Teillast. Die OGC und Staub Emissionen wurden im Vergleich der Abbrände verschiedener Versuchstage nicht signifikant reduziert. Der Druckverlust über den untersuchten Oxidationskatalysator lag je nach Abbrandphase zwischen 2 bis 12 Pa. Der Druckverlust über den Oxidationskatalysator beeinflusst den Betrieb im Naturzug erheblich und muss dadurch bei der Auslegung berücksichtigt werden.

3.5.2 Kermikschaumfilter

In diesem Kapitel sind der Aufbau und die Ergebnisse der Untersuchung einer Scheitholzfeuerung mit eingebautem Staubfilter aus Schaumkeramikmaterial beschrieben.

Anwendungsgebiete für offenzellige Schaumkeramiken bestehen schon seit Jahrzehnten in der Metallschmelzfiltration. Die allgemeinen vorteilhaften Eigenschaften der Schaumkeramik für solche Einsatzgebiete sind die hohe Porosität, die Strukturvariabilität sowie korrosive und thermische Beständigkeit. Als Filter für Holzfeuerstätten versprechen sie im Besonderen geringe Druckverluste, hohes Rußaufnahmevermögen und katalytische Wirksamkeit beim Abbau von CO und CnHm. Bewährtes Keramikmaterial sind Cordieritschamotte aufgrund ihrer hohen Thermoschockbeständigkeit und geringen Wärmedehnung. Die Wirkung der Schaumkeramik ist die eines Tiefenfilters, wobei Staubpartikeln auf die Filterflächen auftreffen und aufgrund ihrer Haftkraft kleben bleiben (Quelle: Adler, Standke 2004).

Durch den Einbau eines Schaumkeramikfilters sind zusätzliche Bauteilkosten von ca. 80 Euro pro Quadratmeter Filterfläche zu erwarten. Durch die Regeneration (Freibrennen) der Schaumkeramik bei heißen Verbrennungsgastemperaturen beschränkt sich der Wartungsaufwand auf ein gelegentliches abbürsten des Filters durch den Betreiber. Die Häufigkeit der manuellen Abreinigung ist abhängig von den Nutzungsbedingungen (Brennstoff, Brennstoffqualität, Brenndauer- und Häufigkeit).

Der Keramikschaumfilter wurde wie in Abbildung 3.20 dargestellt in die untersuchte Scheitholzfeuerung eingebaut.

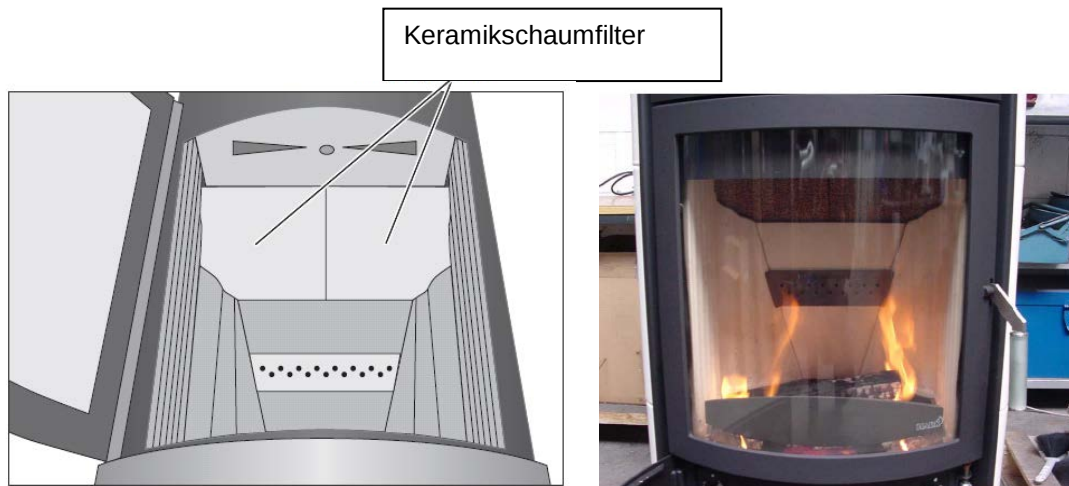


Abbildung 3.20: Einbaulage des Keramikschaumfilters in der untersuchten Scheitholzfeuerung

Quelle: links: Aufbau- und Bedienungsanleitung Hark 17 EcoPlus; rechts: Bioenergy2020+

Der Betrieb der Scheitholzfeuerung zur Untersuchung des Keramikschaumfilters wurde entsprechend den Herstellervorgaben durchgeführt. Die Herstellervorgaben sind in einer Bedienungsanleitung zusammengefasst, die sich wie folgend darstellt:

1. Abbrand

- 1) Auflage von 3 Holzscheiten mit einer Länge von ca. 25 cm und einem Gesamtgewicht von ca. 1,5 kg.
- 2) Auflage von ca. 1,2 kg Kleinholz
- 3) Anzünden des Brennholzes



Abbildung 3.21: Fotos über das Anheizen des Hark 17 EcoPlus

Quelle: Bioenergy2020+

Die Verbrennungsluftregler werden während des Anheizvorganges folgendermaßen eingestellt:

- 4) Primärluftzufuhr: auf „MAX“ stellen
- 5) Sekundärluftzufuhr: auf „MAX“ stellen
- 6) Anheizeinrichtung: auf „AUF“ stellen

7) Verbrennungsluftabsperriklappe auf „AUF“ stellen (ohne Foto)



Abbildung 3.22: Fotos über die Einstellungen zum Anzeigen des Hark 17 EcoPlus

Quelle: Bioenergy2020+

2. Abbrand:

Der zweite Abbrand erfolgt mit einer Auflage von 2 Holzscheiten (je 25 cm und ca. 2 kg insgesamt) und bei gleicher Einstellung der Luftregelung.

3. Abbrand und 4. Abbrand:

Ab dem dritten Abbrand werden folgende Einstellungen der Luftregelung vorgenommen:

- 8) Primärluftzufuhr: auf „Hand-MIN“ stellen
- 9) Sekundärluftzufuhr: auf „6 Uhr“, ca. 50 % geöffnet, stellen
- 10) Anheizeinrichtung: auf „ZU“ stellen

Die Holzaufgabe der letzten beiden Abbrände erfolgt mit zwei Holzscheiten mit einem Gesamtgewicht von ca. 2 kg. Die Holzscheite werden parallel zum Sichtfenster in den Feuerraum gelegt.

Folgende Bedingungen wurden während der Messungen eingehalten:

- Maximaler Restfeuchtegehalt in den Holzscheiten: ca. 13 bis 14 %
- Holzsorte: Buche
- Konstanter Unterdruck im Abgasrohr von 12 Pa laut ÖNORM13240

Die Messdatenaufzeichnung und Datenauswertungen erfolgen ab Anzünden des Scheitholzes, für jeweils 4 Abbrände, bis zu dem Zeitpunkt, ab dem der Kohlendioxidgehalt im Abgas unter 3,5 % sinkt.

Die Staubmessung endete bereits bei einem Kohlendioxidgehalt von 4 %, da die Zeit bis zum Nachlegen (bei 3,5 % Kohlendioxidgehalt) für den Tausch des Staubfilters benötigt wurde. Die Messlanze zur gravimetrischen Staubmessung wurde mittels Begleitheizung auf 130 °C temperiert. Diese Temperatur überschreitet auch das Abgas bereits 6 Minuten nach Zündung des Scheitholzes. Die Trocknung der Staubmessproben erfolgte ebenfalls bei konstant 130°C.

Ergebnis: Anteil des Verbrennungsgas durch den Filter

Um den Anteil des Verbrennungsgas zu untersuchen, der den Filter durchströmt, wurde die Anheizeinrichtung geschlossen, Primär- und Sekundärluft 100% geöffnet und der Unterdruck im Abgasrohr auf 12 Pa +/- 0,1 geregelt. Die Messung wurde bei konstanter

Umgebungstemperatur durchgeführt. Unter diesen Versuchsbedingungen wurde der Volumenstrom bei verschiedenen Abdichtungsvarianten des Brennraums und des Keramikschaumfilters gemessen. Die Abdichtung erfolgte mit einem Aluminiumklebeband. Hintergrund ist, dass durch das Abdichten der Schaumkeramik ein höherer Druckverlust im Abgasweg entstehen soll. Damit der Unterdruck im Kamin konstant auf 12 Pa bleibt, reduziert sich die Saugzugleistung und damit der Volumenstrom (siehe

Abbildung 3.23).

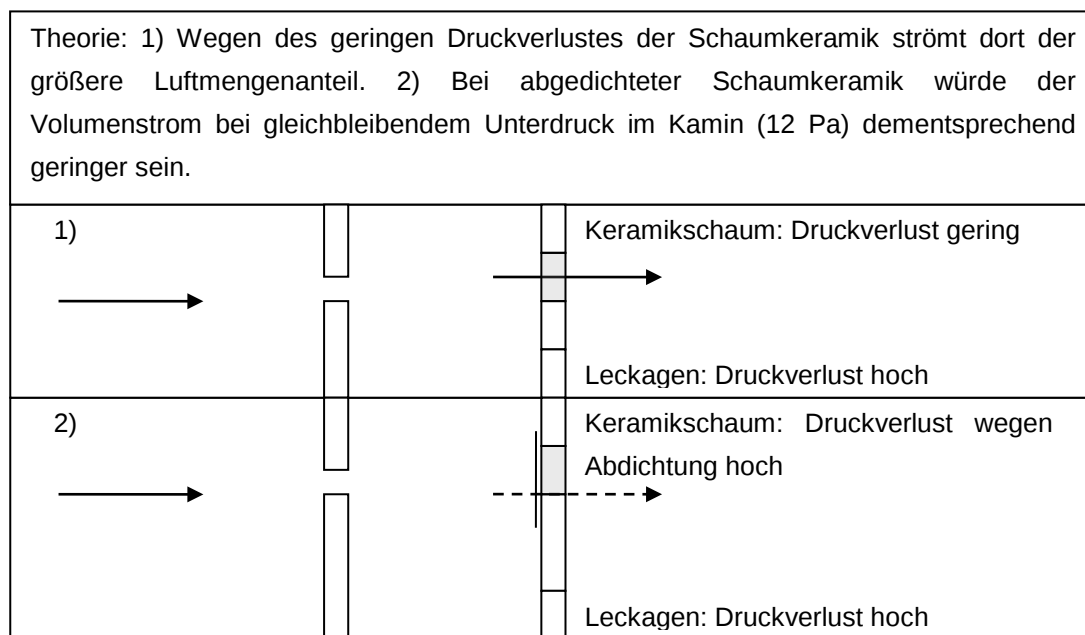


Abbildung 3.23: Erklärung der Methode zur Bestimmung des Anteils des Verbrennungsgases durch den Keramikschaumfilter

Quelle: Bioenergy2020+

Das Versuchsergebnis in Tabelle 3.9 hat gezeigt, dass trotz abgedichteter Schaumkeramik (Bild 2) der Volumenstrom und damit auch der gesamte Druckverlust über die Abgasstrecke im Vergleich zur unabgedichteten Schaumkeramik (Bild 1) kaum sinken. Erst durch Abdichten von Leckagen in der Brennkammer (Bild 3) sinkt der Volumenstrom auf die Hälfte im Vergleich zum Ausgangszustand. Der Volumenstrom konnte nicht zur Gänze reduziert werden, da noch weitere Undichtigkeiten vorhanden sind.

	Schaumkeramik ohne Abdichtung	Schaumkeramik abgedichtet	Schaumkeramik und Leckagen abgedichtet
Mittelwerte	Bild 1) 	Bild 2) 	Bild 3) 
Druckverlust	12,02 Pa	12,06 Pa	12,06 Pa
Volumenstrom	45,5 +/- 0,6 m³/h	44,7 +/- 0,6 m³/h	21,7 +/- 0,3 m³/h

Tabelle 3.9: Volumenstrommessung bei verschiedenen Varianten der Abdichtung in der Brennkammer
Quelle: Bioenergy2020+

Das Messergebnis zeigt, dass der Druckverlust über die Leckagen geringer ist als über die Schaumkeramik. Dadurch strömt dort der größere Luftmengenanteil. Eine Abdichtung der Schaumkeramik zeigt kaum eine Auswirkung auf den Volumenstrom (siehe Abbildung 3.24).

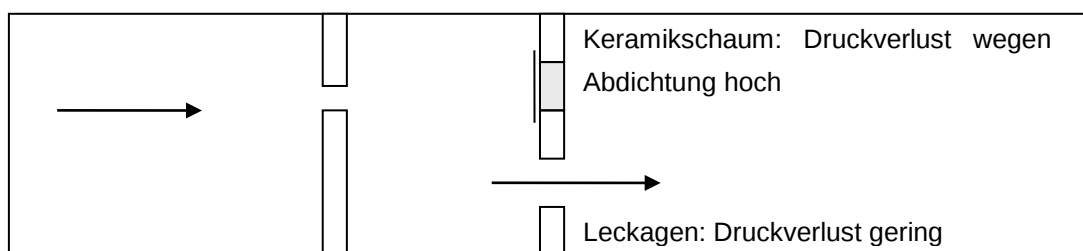


Abbildung 3.24: Bestimmung des Anteils des Verbrennungsgases durch den Keramikschaumfilter
Quelle: Bioenergy2020+

Ergebnis: Schaumkeramik als Primärmaßnahme

Der Filter aus Schaumkeramik, eingebaut in die bei Bioenergy2020+ untersuchte Scheitholzfeuerung, wirkte primär als Umlenkplatte und Strahlungsschild. Durch diese Funktion beeinflusste der Filter als Primärmaßnahme die Verbrennungsqualität.

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse sind die Mittelwerte von je 2 Versuchstagen und über 2 Abbrände. Als Ergänzung zum Mittelwert wird bei den Staub und CO-Emissionen auch die Standardabweichung angeführt um die Reproduzierbarkeit und Signifikanz der Ergebnisse verschiedener Abbrände darzustellen.

Die Auswertung der Staubbemessung ergab eine Verdoppelung der Staubkonzentration im Abgas beim 1. und 2. Abbrand und eine Halbierung der Staubkonzentration beim 3. und 4. Abbrand (siehe Tabelle 3.10).

Staub in mg/Nm ³ bezogen auf 13% Sauerstoff		
	1. und 2. Abbrand	3. und 4. Abbrand
Ohne Schaumkeramik	126 ±22	68 ±21
Mit Schaumkeramik	232 ±40	35 ±1

Tabelle 3.10: Staubemissionen mit und ohne Schaumkeramik

Quelle: Bioenergy2020+

Durch den Einbau der Schaumkeramik wurden beim 1. und 2. Abbrand höhere CO-Emissionen und beim 3. und 4. Abbrand niedrigere CO-Emissionen festgestellt (Tabelle 3.11).

CO-Emissionen in mg/Nm ³ bezogen auf 13% Sauerstoff		
	1. und 2. Abbrand	3. und 4. Abbrand
Ohne Schaumkeramik	2266 ±488	3688 ±920
Mit Schaumkeramik	2921 ±418	1886 ±797

Tabelle 3.11: CO-Emissionen mit und ohne Schaumkeramik

Quelle: Bioenergy2020+

Durch die Schaumkeramik in der Brennkammer der Scheitholzfeuerung steigerte sich der Wirkungsgrad um etwa 4 %-Punkte (Tabelle 3.12).

Indirekter Wirkungsgrad in %		
	1. und 2. Abbrand	3. und 4. Abbrand
Ohne Schaumkeramik	70,5 – 74,0	75,0- 76,0
Mit Schaumkeramik	76,0 – 76,5	79,0 – 81,0

Tabelle 3.12: Auswertung des indirekten Wirkungsgrads mit und ohne Schaumkeramik

Quelle: Bioenergy2020+

Ergebnis: Schlussfolgerungen

Der Filtereffekt konnte im Rahmen der Messungen nicht untersucht werden, da ein Großteil des Abgases am Filter vorbeiströmen kann. Die Wirkung als Primärmaßnahme konnte allerdings nachgewiesen werden, da durch die isolierende Eigenschaft der Schaumkeramik die Brennkammertemperatur steigt und durch zusätzliche Verwirbelung der Verbrennungsgase der Abbrand und die Staubemissionen beeinflusst werden.

3.5.3 Elektrofilter

Prinzip des Elektrofilters

Der prinzipielle Aufbau eines Elektrostatischen Staubabscheiders besteht aus einem Draht oder Stab in der Mitte eines geerdeten Abgasrohres (siehe Abbildung 3.25). Während des Betriebs wird dieser mit einer Spannung von 15000 Volt bis 30000 Volt beaufschlagt. Die von der Verbrennung stammenden Staubpartikeln werden beim Durchströmen des elektrischen Feldes negativ aufgeladen. Diese Ladung bewirkt, dass die Staubpartikeln zum metallischen Abgasrohr abgelenkt werden. Die elektrische Ladung wird über das geerdete Abgasrohr abgeführt und die Staubpartikeln bleiben an der Metallfläche haften. Von dort können die Staubpartikel durch manuelles Reinigen mit einer Bürste, durch einen Rüttelmechanismus oder durch eine Luftspülung abgelöst werden.

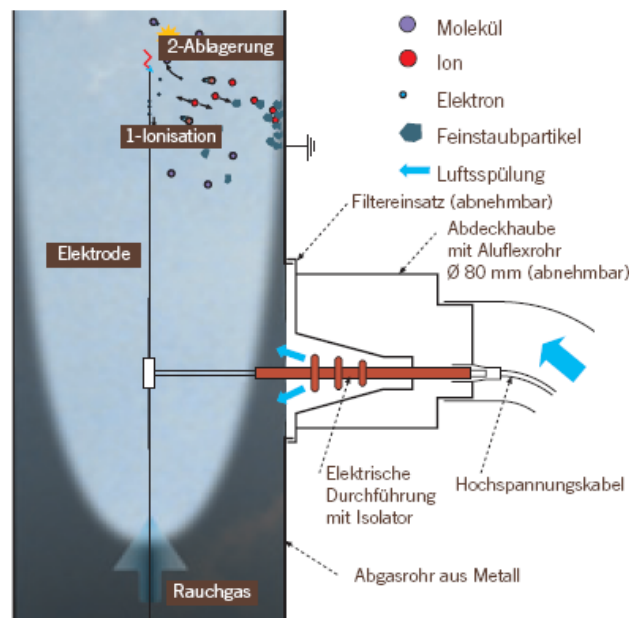


Abbildung 3.25: Schematische Darstellung eines Elektrofilters

Quelle: Hartmann, et. al 2010)

In Abbildung 3.26 ist der untersuchte Elektrofilter im ausgebauten Zustand abgebildet.

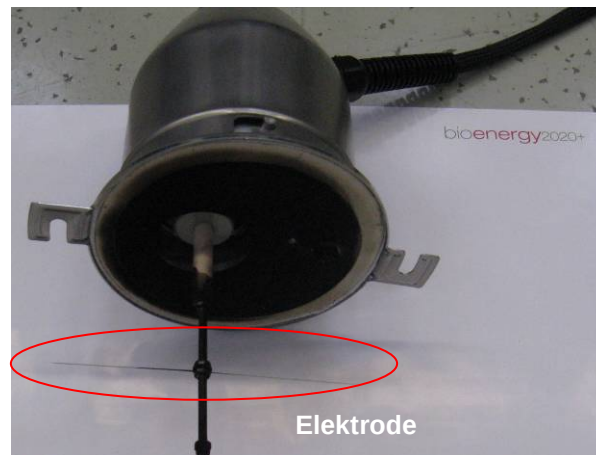


Abbildung 3.26: untersuchter Elektrofilter mit eingebauter Elektrode

Quelle: Bioenergy2020+

Die Brennstoffauflage für die Untersuchung des Elektrofilters erfolgte gleich wie bei den Versuchen mit unterschiedlicher Verbrennungsregelung (Kapitel 3.4.6 Tabelle 2.5).

Der Versuchsaufbau und die Messmethode erfolgten in Anlehnung an die ÖNORM 13240. Die Verbrennungsluftklappen wurden elektronisch geregelt und der Unterdruck im Abgasrohr zwischen Scheitholzöfen und Elektrofilter wurde konstant auf 12 Pa geregelt.

Durch die Messung der Staubkonzentration und des Sauerstoffgehaltes vor und nach dem Elektrofilter konnte die Abscheiderate bestimmt werden. Die Abscheiderate wird prozentuell angegeben und berechnet sich durch die Differenz der Staubkonzentration vor und nach dem Elektrofilter dividiert durch die Staubkonzentration vor dem Elektrofilter. Die Verdünnung des Abgases durch die Luftspülung bei der Abreinigung des Elektrofilters wird berücksichtigt indem die Staubkonzentrationen in Milligramm pro Normkubikmeter bezogen auf einen Sauerstoffgehalt von 13 % umgerechnet wird.

Ergebnis: Abscheideraten von Elektrofilter

Untersuchungsergebnisse vom Bioenergy2020+ und TFZ Straubing zeigen eine hohe Streuung der Abscheideraten für Staub von 10 – 70 % bei verschiedenen Öfen bis 35 kW bei insgesamt drei untersuchten Elektrofilter. Grund für die hohe Streuung der Abscheideraten sind die unterschiedlichen Bauarten und Leistungsbereiche der Elektrofilter (Hartmann, et. al 2010). Ein weiterer Grund für die unterschiedlichen Abscheideraten ist die unterschiedliche Höhe der Rohemission an Staub der untersuchten Scheitholzöfen.

	Elektrofilter I	Elektrofilter II	Elektrofilter III
Messung bei:	TFZ Straubing		Bioenergy2020+
Ofen A:	17 % $\pm$ 34%-Punkte	69 % $\pm$ 16%-Punkte	
Ofen B:	11 % $\pm$ 25%-Punkte	55 % $\pm$ 25%-Punkte	
Ofen C:			68 % $\pm$ 15%-Punkte

Tabelle 3.13: Abscheideraten von verschiedenen Elektrofiltern beim Einsatz mit Scheitholzöfen

Quelle: Hartmann, et. al 2010; Bioenergy2020+

Ergebnis: Praxistauglichkeit von Elektrofilter

Neben den im Labor gemessenen Abscheideraten können Elektrofilter auch auf ihre Praxistauglichkeit bewertet werden. Bei einem Feldversuch verschiedener Elektrofilter durchgeführt vom TFZ Straubing wurden unter realen Einsatzbedingungen die Problemfelder und Optimierungsansätze ermittelt. Folgende Schwachstellen oder Störungen konnten in der Praxis beobachtet werden: Spannungsüberschläge, Ausfall der Elektrodenspülluft, Durchbrennen der Elektrosicherung, Displayausfälle, Elektrodenbruch, Befestigungsprobleme, Sensordefekte, Hochspannungsausfall, Kaminzugprobleme, Regenwassereintritt, Abstimmungsprobleme mit der Feuerung und Lärmbelästigung. Der Praxiseinsatz von Elektrofiltern erfordert eine regelmäßige Staubabreinigung und Wartung, Schallsolierung bei Elektrofiltern im Wohnraum, die Anzeige von Betriebsausfällen und Serviceintervallen. Für einen effizienten Feuerungsbetrieb ist eine Abstimmung des Elektrofiltergebläses zur Staubabreinigung mit den herrschenden Zugverhältnissen der Feuerung (Gebläse, Zugbegrenzer) erforderlich. In der Praxis besteht noch ein erheblicher Bedarf zur Weiterentwicklung von Elektrofiltern bis zur Serienreife um einen ungestörten mehrjährigen Dauerbetrieb zu realisieren. Ausgereifte Elektrofilter haben ein hohes Emissionsminderungspotential beim Praxisbetrieb von Scheitholzöfen.

3.6 Untersuchungen mit Prototyp

Das Ziel mit dem entwickelten Prototyp ist, das Potential des höchstmöglichen Stand der Technik experimentell zu ermitteln. Im Zentrum der Entwicklung steht eine Technologie zur Scheitholzverbrennung in einem Zimmerofen, wobei der Schwerpunkt auf den Emissionen liegt. Um die Emissionen im praktischen Betrieb möglichst auf das Niveau von Prüfstandswerten zu senken, soll unter anderem der Benutzereinfluss soweit wie möglich reduziert werden.

Um diese Zielsetzung zu erreichen, werden folgende Maßnahmen für den Prototyp experimentell umgesetzt:

Umgesetzte Maßnahme bei der Entwicklung des Prototyps:

Brennraum, der die Einhaltung eines 3-T-Kriteriums ermöglicht (Time, Temperature, Turbulence):

- mit ausreichend Volumen zur Einhaltung der erforderlichen Verweilzeit
- mit keramischer Auskleidung zur Dämmung
- mit Einbauten und Maßnahmen zur Durchmischung der Verbrennungsgase (Menge und Impuls der Verbrennungsluft, Umlenkung zwischen Brennraum und Nachbrennraum)

Optimierte Luftstufung kombiniert mit Scheibenspülung

Nachbrennraum kombiniert mit Wärmetauscher

Einsatz eines Saugzugs und geregelter Luftklappen

Verbrennungskonzept zur Vorwärmung des Brennstoffs und zur Erzielung eines gleichmäßigen Abbrandes

Tabelle 14: Umgesetzte Maßnahme bei der Entwicklung des Prototyps

Quelle: Bioenergy2020+



Abbildung 3.27: Entwickelter Prototyp zur Ermittlung des Potential des höchstmöglichen Stand der Technik

Quelle: Bioenergy2020+

Folgende Maßnahmen und Anforderungen für den Prototyp werden in Betracht gezogen um das mögliche Potential zu erreichen:

Weitere Maßnahmen und Anforderungen an den Prototyp
Externe Verbrennungsluftzufuhr
Zugregler/ -begrenzer bzw. mechanisch geregelte Unterstützung für das Anzünden
Automatische Verbrennungsregelung (nur Luftmengen, Brennstoffförderung bleibt manuell)
Automatische Leistungsregelung (Richtwerte: 50 und 100 % der Nennwärmeleistung)
Thermomechanisch aktivierter Bypass bei Stromausfall für sicheren Abbrand des verbleibenden Brennstoffes
stromlos verspernte Brennraumtür in kaltem Zustand
Sekundäre Maßnahmen zur Emissionsminderung falls erforderlich
Luftvorwärmung
Mengenautomatik wie bei Waschmaschinen

Tabelle 15: Weitere Maßnahmen und Anforderungen an den Prototyp

Quelle Bioenergy2020+

Die in ersten Versuchsreihen erreichten und erwarteten möglichen Emissionswerte mit dem Prototyp sind in Tabelle 3.1 der besten verfügbaren Technik und dem höchstmöglichen Stand der Technik gegenübergestellt.

Parameter		Beste verfügbare Technik	Messwerte Prototyp	höchstmöglicher Stand der Technik	Potential Prototyp
Wirkungsgrad	%	86	n.a.	90	90
CO-Emissionen		276	250	101	<100
OGC-Emissionen	mg/MJ	16	n.a.	6	<10
Staub-Em.		10	n.a.	10	<10

Tabelle 16: Vergleich der Emissionswerte am höchstmöglichen Stand der Technik und mit bester verfügbarer Scheitholzverbrennungstechnik mit den Messwerten des Prototyps sowie eine Abschätzung des Potentials

Quellen: Höchstmöglicher Stand der Technik: Stand der Technik Scheitholzkessel Saugzug, Neue Energien2020 Projekt BioHeatLABEL
 Beste verfügbare Technik: beste Einzelwerte der Prüfberichte aus 33 Prüfberichten von 1997 bis 2009, Prüflabor für Feuerungsanlagen am Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften, TU Wien bzw. Neue Energien2020 Projekt BioHeatLABEL

Beste Messwerte gemittelt über einen Zeitraum von 10 Minuten während des 2. Abbrandes bei den ersten Testläufen des Prototyps im April 2011 gemessen bei Bioenergy2020+; Abgeschätztes Potential für den Prototyp

Bereits nach wenigen Versuchs- und Entwicklungstagen konnten die CO-Emissionen von Scheitholzöfen mit der Besten verfügbaren Technik mit dem Prototyp erreicht werden. Die kurze Entwicklungsphase und der erreichte Stand des Prototyps zeigen das hohe Potential den höchstmöglichen Stand der Technik signifikant zu verbessern (vergleichbar mit Scheitholzvergaserkesseln). Vor allem im Praxisbetrieb wird ein hohes Verbesserungspotential erwartet.

3.7 Entwicklungsguideline

Die Entwicklungsguideline beinhaltet messbare Kennzahlen zur Unterstützung des Entwicklungsprozess bei Ofenherstellern. Ergänzt werden die Kennzahlen durch Anleitungen zur Anwendung einzelner Maßnahmen und der dadurch erzielbaren Verbesserungen.

Eine Voraussetzung um einen vollständigen Ausbrand und damit niedrige CO und OGC Emissionen zu erreichen ist die richtige Dimensionierung und die geometrische Ausgestaltung des Brennraums. Eine weitere wichtige Bedingung ist die Anwendung von Primärmaßnahmen für eine vollständige Verbrennung. Die Anwendung von Sekundärmaßnahmen führt schließlich zum Erreichen des höchstmöglichen Stands der Technik.

1. Schritt: Brennraumdimensionierung zur Aufnahme der Holzmenge bei Volllast

Bei Scheitholzöfen mit oberen Abbrand- oder Durchbrandprinzip ist die Brennkammer gleichzeitig der Brennstofffüllraum in der das Scheitholz chargenweise beschickt wird. Bei Volllast muss die dafür erforderliche Brennstoffmasse abhängig von der Qualität (Heizwert und Wassergehalt) im Brennstofffüllraum Platz finden. Die vorgesehene Anzündstelle in der Brennkammer muss bei manueller Zündung nach der Auflage des Brennholzes zugänglich bleiben. Ebenso muss der Bereich unmittelbar hinter der Sichtscheibe des Ofens frei bleiben, einerseits wegen der freien Scheibenspülluftströmung und andererseits, weil durch den Abstand die Gefahr der Zerstörung der Sichtscheibe durch herunterfallendes Brennholz minimiert wird. Angaben zum erforderlichen spezifischen Brennraumvolumen, abhängig vom Brennstoff sind in Tabelle 3.17 vermerkt.

	Brennstoffdichte	Schüttdichte	spezifisches Holzvolumen	spezifisches Brennraumvolumen
	kg/m ³	kg/m ³	dm ³ /kg	dm ³ /kg
Weichholz	400	260	3,85	4,81
Hartholz	650	423	2,37	2,90
Briketts	1050	683	1,47	1,83
Schüttdichte = 0,65 * Materialdichte				
Spezifisches Brennraumvolumen = 1,25 * spezifisches Holzvolumen				

Tabelle 3.17: spezifisches Brennraumvolumen abhängig von der Brennstoffdichte (Mindestgröße)

Quelle: Hofbauer, 1995

In der Bedienungsanleitung des Ofens muss der Kunde auf den zu verwendenden Brennstoff (Weich-, Hartholz oder Briketts), dessen Wassergehalt und auf die nachzulegende Menge in Kilogramm hingewiesen werden, um das Brennraumvolumen des Scheitholzofen für eine bestimmte Nennleistung optimal zu nutzen (siehe Kapitel 2.7.2).

Beispiel: Bei einer Brennraumgröße von ca. 10 dm³ kann der Nutzer 2 kg Weichholz auflegen um eine optimale Befüllung zu erreichen.

2. Schritt: Anwendung von Primärmaßnahmen für eine vollständige Verbrennung

Die möglichen Primärmaßnahmen zur Schaffung einer vollständigen Verbrennung mit niedrigen Emissionen und hohen Wirkungsgrad ist im Kapitel 3.4 beschrieben. Dabei ist zu beachten, dass folgende messbare Richtwerte während des Scheitholzabbrandes eingehalten werden.

Bedingungen	Kennzahl
Durchschnittlicher Luftüberschuss (Lambda)	$2 < \lambda < 3,5$
ausreichend hohe Temperaturen	$> 700^{\circ} \text{C}$ bis 1000°C
ausreichend lange Verweilzeit	$> 1 \text{ s}$
Gute Durchmischung der Luft mit den Verbrennungsgasen	

Tabelle 3.18: Richtwerte für die optimalen Bedingungen einer vollständigen Verbrennung bei Scheitholzöfen

Quellen: Hofbauer, 1995

Die erforderliche Qualität der Durchmischung in Brennräumen kann im Rahmen des Berichtes nicht in Kennzahlen gefasst werden. Computerunterstützte Simulationen von Strömungsprofilen geben Aufschluss bezüglich Optimierungsmöglichkeiten bei der Durchmischung der Luft mit den Verbrennungsgasen (siehe Kapitel 3.4.3).

Ein entscheidender Einflussfaktor zur Verbesserung der Verbrennungsqualität ist die Steigerung der Brennraumtemperatur. Die Bedeutung von hohen Verbrennungstemperaturen ist im Vergleich der Reduktionspotentiale der anderen Primärmaßnahmen in Tabelle 3.20 ersichtlich. Bei zunehmender Brennraumtemperatur sinken die CO und OGC Emissionen. Durch zahlreiche Primärmaßnahmen ist es möglich die Brennraumtemperatur in allen Abbrandphasen (Anzünden, Vollbrand und Ausbrand) zu steigern.

Das Reduktionspotential der CO-, OGC- und Staubemissionen durch Primärmaßnahmen kann im Praxisbetrieb nicht auf eine einzelne Maßnahme zurückgeführt werden, sondern ergibt sich immer aus der Kombination verschiedener Maßnahmen. Die in Tabelle 3.20 dargestellten Reduktionspotentiale stammen von Untersuchungen folgender Quellen:

Institut
Messungen bei Bioenergy2020+, Wieselburg
Messungen an der TU Wien
CFD Simulationen bei Bioenergy2020+, Graz

Tabelle 3.19: Quellen für die Reduktionspotentiale durch Primärmaßnahmen

Primärmaßnahmen		Referenz		
		CO (mg/MJ)	OGC (mg/MJ)	Staub (mg/MJ)
Verbrennungstemperatur				
PM-T1 (A)	Geringer Luftüberschuss um Flammen nicht zu kühlen (beste Prüfstandswerte)	(703 -> 200) 71 %	(46 -> 20) 56 %	(28 -> 20) 29 %
PM-T2 (B)	Wärmeabfuhr von der Brennkammer möglichst gering	(768 -> 426) 45 %	(111 -> 41) 65 %	n.u.
PM-T3	Luftvorwärmung der Verbrennungsluft	wurde nicht untersucht		
PM-T4 (B)	Geometrie der Brennkammer optimieren	keine bedeutende Verbesserung		
PM-T5 (B)	Brennstoff-Wassergehalt (Wassergehalt von 35% -> 12%)	(1000 -> 300) 70 %	(100 -> 30) 70 %	n.u.
Verweilzeit				
PM-V1 (A)	Niedrigere Abgasgeschwindigkeit durch Begrenzung des Luftzuges	Bei dem untersuchten Scheitholzofen bei BE2020 konnte keine Reduktion festgestellt werden		
PM-V2	Niedrigere Abgasgeschwindigkeit durch größeren Strömungsquerschnitt in der Ausbrandzone	wurde nicht untersucht; keine Angaben in der Literatur		
PM-V3 (A)	Konstruktive Maßnahmen wie eine Nachbrennkammer oder Umlenkplatten	(640 -> 518) 20 %	n.u.	n.u.
Durchmischung				
PM-D1 (C)	Optimierung der mehrstufigen Verbrennung (Primär- und Sekundärluft)	(1900-> 670) 65 %	n.u.	(35 -> 20) 43 %
PM-D2 (A)	Einbauten zur Verwirbelung der Brenngase (Verteilung der Luftzuführung bei der Scheibenspülung)	(842 -> 678) 20 %	n.u.	n.u.
PM-D3	Luftvorwärmung um die unterschiedlichen Viskositäten anzugleichen	wurde nicht untersucht; keine Angaben in der Literatur		
Luftverhältnis				
PM-L1 (A)	Regelung des optimalen Luftverhältnis in Abhängigkeit der CO-Lambda Charakteristik (siehe Kapitel 3.4.4)	siehe Abbildung 3.10	n.u.	n.u.

Tabelle 3.20: Übersicht der Primärmaßnahmen und Reduktionspotential im Vergleich zum Stand der Technik; (n.u. -> nicht untersucht)

Quellen: (A) Bioenergy2020+ Prüfergebnisse; (B) Hofbauer, 1995, (C) Brunner, 2009

3. Schritt: Anwendung von Sekundärmaßnahmen für die Erreichung des höchstmöglichen Stand der Technik

Die aktuell untersuchten und angewendeten Sekundärmaßnahmen mit Emissionsminderungspotential bei Scheitholzöfen sind im Kapitel 3.5 detailliert dargestellt. Sekundärmaßnahmen reduzieren Emissionen die aufgrund von unvollständiger Verbrennung entstanden sind. Sekundärmaßnahmen zur Emissionsminderung sind Abgasreinigungssysteme.

Bei der Anwendung von Sekundärmaßnahmen zur Emissionsminderung muss darauf geachtet werden, dass eine negative Beeinflussung auf die Primärbedingungen der Scheitholzverbrennung vermieden wird.

Drei Sekundärmaßnahmen sind bei Bioenergy2020+ experimentell untersucht und nach ihrem Reduktionspotential bewertet worden (siehe Tabelle 3.21).

Sekundärmaßnahme	Entwicklungsstatus	Reduktionspotential		
		CO	OGC	Staub
Oxidationskatalysator	Feldtest	50 %	nein	nein
Keramikschaum	Massenprodukt	Auswirkung auf die Primärbedingung; Filterwirkung konnte nicht untersucht werden.		
Elektrofilter	Feldtest	nein	nein	10 % - 70 %

Tabelle 3.21: Übersicht von Sekundärmaßnahmen und Reduktionspotential

Quellen: Messungen bei Bioenergy2020+;TFZ Straubing: Hartmann, et. al 2010

4 Maßnahmenvorschläge

Die Vorschläge für Maßnahmen und Regelwerke zur verbindlichen Markteinführung von Öfen für stückige Holzbrennstoffe wurden vom Projektkonsortium und in Workshops mit den Firmenpartnern ausgearbeitet und relevanten Entscheidungsträgern präsentiert. Durch die Beteiligung von Wissenschaft, Prüfstellen und Ofenherstellern wurde eine nationale Umsetzung bestmöglich vorbereitet und es kann ein europäischer Umsetzungsprozess initiiert werden.

Die Zusammenfassungen der Ergebnisworkshops befinden sich im Anhang.

4.1 Projektvorschläge für die technologische Umsetzung – Entwicklung der Ofenprüfung 2020

Hintergrund

Die aktuellen Prüfmethoden haben in den vergangenen Jahrzehnten wertvolle Dienste geleistet. Immer strengere Grenzwerte werden am Prüfstand im Bestbetrieb unterschritten. Die Wirkung der Grenzwerte ist aufgrund der Prüfmethoden aber mittlerweile limitiert. Die Grenzwerte müssen bei einzelnen Abbränden eingehalten werden müssen. Prüfstandswerte unter optimalen Laborbedingungen haben deshalb kaum Aussagekraft für die Praxis. Eine problematische Prüfnorm und meist nur teilweise normgerechte Prüfungen führen dazu, dass die Ergebnisse unterschiedlicher Prüfinstitute nicht vergleichbar sind. Fortschritte speziell im Praxisbetrieb werden nur bedingt abgebildet und können deshalb nicht quantifiziert werden.

Ziele

Die Ofenprüfung 2020 soll die Vorteile des höchstmöglichen Standes der Technik im Praxisbetrieb abbilden und einen Praxisbetrieb nahe an diesem Prüfungsbetrieb sicher stellen. Öfen sollen in der Praxis und am Prüfstand reproduzierbare Werte liefern, die Ofenprüfung 2020 soll ein tatsächliches Qualitätskriterium sein.

Vorschläge zur Praxisrelevanz

- Berücksichtigung des 1. Abbrandes, da das Anzünden in Praxis an jedem Heiztag auftritt
- Bewertung nicht nur der besten, sondern mehrerer Abbrände hintereinander
- Die Umsetzung dieser beiden Maßnahmen führt in letzter Konsequenz zur Prüfung eines ganzen Heiztages (vom Anzünden bis zum Auskühlen)
- Auswertung der gesamten Abbrände (keine Teilintervalle)
- Prüfungsbetrieb unter definiertem, geregelter Naturzug anstatt konstante 12 Pa
- Definition eines handelsüblichen Prüfbrennstoffs (Größe, Rindenanteil, Wassergehalt, Form)
- Maßnahmen zur Messbarkeit des möglichen Benutzereinflusses

Vorschläge zu Messmethoden und Prüfungsablauf

- Messung während der gesamten Heizzyklen
- Festlegung der Bedingungen für die Staubmessung (Messtemperatur, Trocknungsprozedere...)
- Wirkungsgradbestimmung: Festlegung verschiedener praxisrelevanter Messstellen (Abgasstutzen und Kamineintritt)
- realistische Wärmeleistungsangabe (Dauerleistung, mittlere Leistung über einen Tag)

Vorschläge zu Dokumentation und Qualitätssicherung

- Gleiche Bedienungsanleitung für Prüfung und Kunden – standardisierte Kurzanleitung: 1-2 Seiten Formular mit eindeutigen und einheitlichen Vorgaben für Prüfung & Bedienung
- Veröffentlichung von Prüfberichten – Darstellung der Messstellen und des Verlaufs der Messwerte im Prüfbericht
- Angepasste Installation beim Kunden sicher stellen (Zugverhältnisse wie bei Prüfung einstellen)
- Kontrolle von Handel und Prüfstellen
- Mindestanforderungen an Materialqualität und Ausführung (z.B. Dichtheitstest vor und nach Heizbetrieb)

4.2 Normierungsvorschläge

Die Entwicklung der Ofenprüfung 2020 ist eine langfristige Maßnahme, die sich in einigen Jahren in den entsprechend überarbeiteten Normen niederschlagen kann. Folgende kurzfristige Maßnahmen wurden ausgearbeitet:

Verbesserungsvorschläge für aktuell gültige Normen

- Vereinheitlichung der Prüfung von Raumheizern, Speicheröfen und Kachelöfen
- Klare Definition des Messzeitraums, der Grundglut und der Staubmessung
- Vereinfachung der sicherheitstechnischen Prüfung (wenige Thermoelemente, z.B. Einsatz von temperaturempfindlichen Materialien oder Wärmebildkameras)
- Definition der mittleren Wärmeleistungsangabe (Raumheizvermögen, Regelbarkeit)
- Veröffentlichung und Dokumentation der Meßwerte bei der Prüfung
- Installationsvorschriften standardisiert in Bedienungsanleitung
- Geräte mit Saugzug in Norm dezidiert inkludieren
- Nachweis der Reproduzierbarkeit (geringe Abweichungen zwischen den Abbränden oder zumindest Heiztagen!)
- Dokumentation der erforderlichen Prüftage zur Erzielung der positiven Abbrände
- Zusätzliche emissionstechnische Auswertung der Sicherheitsprüfung (=definierter Betriebszustand)
- Definierte „Worst Case Prüfung“ zur Abbildung des möglichen Benutzereinflusses (ungeeignete Brennstoffe z.B. nasses Holz, Überfüllung des Brennraums, Falsche Luftklappen- oder Roststellung, unpassender Kaminzug)

Genormter 1-Seiter für Bedienungsanleitung

Erfahrungsgemäß lesen die meisten Endkunden umfangreiche Bedienungsanleitungen nicht bzw. nutzen sie nur als Nachschlagewerk. Die wichtigsten Informationen für eine effiziente und umweltfreundliche Bedienung eines Scheitholzofens sollen leicht verständlich und standardisiert dokumentiert werden. Gleichzeitig dient diese Kurzanleitung als Prüfungsgrundlage.

Wichtigster Kundenhinweis: Das Befolgen der Bedienungsanleitung ist unerlässlich für einen sicheren Betrieb und Voraussetzung für die Herstellergarantie. Schlechte Installation, falscher Betrieb und schlechte Brennstoffe sind leicht nachweisbar und in erster Linie schädlich für das Gerät, steigern den Brennstoffverbrauch und dadurch die Betriebskosten erheblich.

Der genormte 1-Seiter zur Bedienungsanleitung soll aus einer standardisierten Abfolge von Bildern und Beschreibungen als Formular aufgebaut sein. Entsprechend der zeitlichen Abfolge im Heizbetrieb sollen folgenden Punkte behandelt werden:

- Rostreinigung und Heizstellung des Rostes
- „Richtiges“ Anzünden (Scheitzahl, mittleres Gewicht $\pm$ Abweichung der Scheite und der Gesamtmenge, Anordnung, Zündi in oberem Drittel)
- (einrastende) Luftklappenstellung für das Anheizen und Empfehlung für Zeitfenster (zb. zu verwenden 5-9 Minuten nach dem Zünden und nach Auflagen)
- (einrastende) Luftklappenstellung Heizbetrieb
- Schüren der Glut nur vor dem Auflegen
- Beschreibung der minimalen und maximalen Auflagemenge an Holz (Scheitzahl, mittleres Gewicht $\pm$ Abweichung der Scheite und der Gesamtmenge)
- Definition des optimalen Auflagezeitpunktes (Flamme aus oder Signal des Ofens)
- Erforderliche Holzqualität

4.3 Grundlagen für gesetzliche und behördliche Regelungen

Die relevanten Grenzwerte für das Inverkehrbringen von Scheitholzöfen sind in Österreich mit die strengsten weltweit. Eine Verschärfung anhand aktueller Prüfmethode wird den Praxisbetrieb kaum verbessern, da dieser nicht geprüft wird. Der mögliche Technologiesprung im Praxisbetrieb wird erst mit der Entwicklung der Ofenprüfung 2020 darstellbar und in der Folge durch entsprechende Reglementierungen erreicht werden.

Die vorhandenen gesetzlichen und behördlichen Rahmenbedingungen sind vorerst ausreichend. Es mangelt in erster Linie an der Umsetzung und Überprüfung, ob geltende Vorschriften auch eingehalten werden.

Deshalb wurden folgende Vorschläge ausgearbeitet:

- Stichprobenartige anonyme Wiederholungs-Typen-Prüfung eines Seriengerätes mit entsprechenden Konsequenzen für Hersteller und Prüfstellen bei gravierenden Abweichungen
- Kontrolle des Verkaufs von ungeprüften Geräten bzw. Geräten ohne positives Prüfzeugnis
- Qualitätssicherung bei Installation und Betrieb – erweiterte Feuer(stätten)beschau
- Überprüfung von Anlagen mit auffälligem Rauch oder Rauchfang (unabhängig vom Brennstoff) und entsprechende Verbesserungsmaßnahmen

Weitere Maßnahmenvorschläge im Bereich der gesetzlichen und behördlichen Regelungen sind die folgenden:

- Zentrale Ansprechpersonen bei den Behörden (möglichst bundesweit)
- Grenzwerte sollten
 - Sinnvoll und erfüllbar sein
 - angepasst an Methoden
 - langfristig planbar (Zeit für Entwicklungen)
- verpflichtende Nutzer-Schulung zum Thema richtig Heizen
- Stilllegung von Altgeräten mit Förderungen für Tauschgeräte kombinieren
- Keine Betriebsverbote für Scheitholzöfen

4.4 Vorschlag für unterstützende Förderungen

Um den technologischen Fortschritt und die Markteinführung des Ofens, der den Qualitätskriterien des Jahres 2020 entspricht, zu unterstützen werden Vorschläge für Fördermaßnahmen aufbereitet:

■ **Konsequente Förderketten**

- Forschungsförderung (Grundlagen, Anwendung und Demonstration)
- Marktanreizprogramme
- Förderungen für technisch hochwertige Produkte
- Austauschförderung

■ **Einfache Administration für Förderungsabwicklung**

- Berücksichtigung im Energieausweis
- Förderungen bei besten Praxiswerten nach Ofenprüfung 2020

4.5 Weiterer Maßnahmenvorschlag – Gründung eines Ofenverbandes

Biomasse-(Raum-)Heizsysteme werden bisher weder in Österreich noch in Europa durch eine Interessensvertretung repräsentiert. Sowohl im politischen Meinungsbild als auch technologisch betrachtet besteht großer Handlungsbedarf. Bioenergy2020+ nimmt aktiv an der ETP-RHC teil (European Technology Plattform – Renewable Heating and Cooling, Leitung der Issue Group: Residential Technologies). Die Industrie beteiligt sich hier nicht. Der Biomasseverband in

Österreich und EU (AEBIOM) sind eine starke Vertretung für die Land- und Forstwirtschaft (technologieneutral). Die Gründung eines gemeinnützigen Vereins ähnlich wie der Österreichischer Kachelofenverband oder ProPellet Austria wird vorgeschlagen. Das Auftreten als eigenständige Interessensvertretung bringt große Vorteile bei der Sichtbarkeit. Einschränkungen durch andere Interessen einer Dachorganisation werden vermieden. Der Verband soll Mitglied im Europäischen Ofenverband sein, da dieser die ähnliche Ziele auf internationaler Ebene verfolgt. Zu den Aufgaben könnten zählen:

- Die Interessenvertretung gegenüber Politik, Behörden und Verwaltung.
- Technische Aufgaben (Beteiligung an und Information über Normung, Gesetzgebung, Ausschreibungen,...)
- Kontakt zu anderen Einrichtungen (HKI, Biomasseverband, Europäischer Dachverband, ETP-RHC, LOS 15...)
- Die Kooperation und Zusammenarbeit mit allen relevanten Brancheninstitutionen, Forschungseinrichtungen und Branchenverbänden auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene
- Die Förderung des Dialogs zwischen den Branchenakteuren durch kontinuierlichen Informationsaustausch.
- Die regelmäßige Information der Mitglieder über aktuelle wirtschaftliche und technische Themen.
- Regelmäßige Sitzungen der Mitglieder zum Austausch über den Markt, zur Diskussion neuer Trends sowie zur Erörterung gemeinsamer Zielrichtungen und Probleme.
- Die enge Zusammenarbeit mit dem Normungsausschüssen und Prüfinstitute.
- Normenarbeit zugunsten der Verbraucher und der Industrie.
- Interessensvertretung der Hersteller von Heiz- und Kochgeräte separat zu denen von z.B. Kesselherstellern
- Zielgruppengenaues Marketing

Die Initiative zur Gründung einer Interessensvertretung ist schon lange eines der zentralen Anliegen von Bioenergy2020 und wird daher in jeder Hinsicht unterstützt. Bioenergy2020 bietet sich als Dienstleister an, jede andere Lösung die im Interesse der Industrie ist, wird aber genauso begrüßt.

5 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Der Bestand an Scheitholzöfen wird in Österreich auf 500.000 Stück geschätzt, in Europa kann von 26 Millionen Stück ausgegangen werden. Allein in Österreich werden damit jährlich 300.000 t CO₂-Emissionen vermieden.

In Deutschland, Österreich und der Schweiz herrschen derzeit die wichtigsten Regelwerke für das Inverkehrbringen von neuen Scheitholzöfen. Die Überprüfung der Einhaltung hinkt hinter her. EU-weite Vorschriften wie etwa ein Energie-Label sind erst in einigen Jahren zu erwarten. Wirkungsgrad und Emissionen am Prüfstand definieren in den erwähnten Ländern den Stand der Technik: Öfen am Stand der Technik erfüllen die strengen Anforderungen des Umweltzeichens 37 für Holzheizungen.

Der Einfluss des Nutzungsverhaltens wird bei der derzeitigen Prüfung kaum abgebildet, wodurch keine eindeutigen Faktoren zwischen Prüfung und Praxis angegeben werden können. Einerseits sind die Praxisfaktoren sehr hoch, teilweise eine Größenordnung. Andererseits weisen vor allem die Praxiswerte eine extrem große Streuung auf. Deshalb können die Ergebnisse der Prüfung weder für die Lufthygiene noch als Verkaufsargument für die Hersteller als Qualitätskriterium herangezogen werden.

Die Relevanz von Kleinf Feuerungen, insbesondere Öfen, für die Luftqualität wurde in den letzten Jahren in einer Reihe von wissenschaftlichen Studien eindeutig nachgewiesen. Für die zukünftige Entwicklung von Öfen ergibt sich aus diesen Ergebnissen eine klare Schlussfolgerung: Die Emissionen von Luftschadstoffen, und hier im Speziellen die Emissionen an Partikeln sowie deren gasförmigen organischen Vorläufersubstanzen (VOC), müssen im Praxisbetrieb signifikant reduziert werden. Das Reduktionsziel sollte hier durchaus ehrgeizig bei etwa einer Größenordnung für Staub und zwei Größenordnungen für flüchtige organische Verbindungen angesetzt werden.

Der erste Schritt auf dem Weg zu diesen Zielen ist die Entwicklung einer neuen Ofenprüfung, welche nachhaltige Verbesserungen für den Betrieb im Feld bewirkt. Diese müssen durch geeignete Methoden am Prüfstand messbar sein, um die technologische Entwicklung steuern zu können. Dieser Vorschlag und die weiteren Vorschläge für Maßnahmen und Regelwerke zur verbindlichen Markteinführung von Öfen im Jahr 2020 wurden vom Projektkonsortium und in Workshops mit den Firmenpartnern ausgearbeitet und relevanten Entscheidungsträgern präsentiert. Die Zusammenfassungen der Ergebnisworkshops befinden sich im Anhang.

Inkrementelle Verbesserungen der bestehenden Technologie werden nicht zu Sprüngen bei der Emissionsreduktion führen. Beispiele aus der Entwicklung von Scheitholzkesseln geben jedoch einen Anhalt auch für die Entwicklung von Öfen. Arbeiten an einem eigenen Prototyp sind trotz der kurzen Entwicklungszeit vielversprechend verlaufen, eine Weiterentwicklung bis hin zum höchstmöglichen Stand der Technik erscheint möglich.

6 Ausblick und Empfehlungen

Die derzeit mit der Scheitholzverbrennung in Öfen verbundenen Emissionen an Staub und organischen Kohlenwasserstoffen können durch Umsetzung des höchstmöglichen Standes der Technik um über 80 % bis nahe an die Nachweisgrenze reduziert werden. Zur Einleitung der erforderlichen technologischen Entwicklung ist die Entwicklung einer möglichst praxisrelevanten Ofenprüfung die erste und wichtigste Voraussetzung. Wenn Prüfstandswerte im Praxisbetrieb mit geringen Abweichungen reproduziert werden können, können technologische Weiterentwicklungen in die richtige Richtung gelenkt werden. Erst durch ein geeignetes Bewertungsinstrument können Grenzwerte sinnvoll adaptiert werden und Fördermaßnahmen wirkungsvoll eingesetzt werden.

Für eine Verbesserung des Praxisbetriebes vor allem im Bestand sind technische und nicht-technische Maßnahmen gegen folgende Störeinflüsse in der Praxis erforderlich:

- Fehlbedienung zum Beispiel der Verbrennungsluftregelung durch den Kunden
- Ungeeignete Brennstoffqualität
- Installationsfehler
- Mangel an Kaminzug vor allem beim Anheizen, aber auch durch Wartungsfehler
- Mangel an Raumluft bzw. Zuluft
- Überfüllung des Brennraums

Mögliche Maßnahmen sind Informationskampagnen, vorgeschriebene Schulungen, detaillierte Installationsvorschriften oder eine erweiterte Feuerstättenbeschau.

Um den höchstmöglichen Stand der Technik zu erreichen, sind neben regulatorischen Maßnahmen intensive Forschungen und Entwicklungen in Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie erforderlich. Angesichts der Größe des Marktes, der Bedeutung für die einschlägige österreichische Industrie, der Rolle der Bioenergie im Erneuerbare Energie Aktionsplan und dem Bemühungen zur Verringerung der Umweltbelastung vor allem durch Feinstaub wird eine gezielte Förderung der Forschung empfohlen.

7 Literaturverzeichnis

Adler, Standke 2004

Adler, J. ;Standke, G; Effektive Schaumkeramik-Filter für Holzfeuerstätten; Fraunhofer IKTS Jahresbericht 2004; 2004

Art. 15-a B-VG 1995

Vereinbarung Art. 15a B-VG „Schutzmaßnahmen betreffend Kleinf Feuerungen“ und „Einsparung von Energie“, LGBl 1995/33, Mai 1995

Biermayr et al 2011

Biermayr, P. ;Ehrig, R. ;Kristöfel, C. ;Strasser, C. et.al.: Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2010. Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des BMVIT, 26/2011, 2011

BImSchV 2010

Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen –
1. Bundes-Immissionsschutzverordnung, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2010 Teil 1 Nr. 4, März 2010

Brunner, 2009

Brunner, T.; Feinstaubemissionen aus Biomasse-Kleinf Feuerungen und mögliche Primärmaßnahmen für deren Minderung, Bioenergy2020+; 2009

Haneder 2009

Haneder, H. (2009): *Biomasse – Heizungserhebung 2008*. Landwirtschaftskammer Niederösterreich. St. Pölten. L

Hartmann et. al, 2005

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Leitfaden Bioenergie. Gülzow, 2005

Hartmann, et. al 2010

Hartmann, H.; et al; Bewertung kostengünstiger Staubabscheider für Einzelfeuerstätten und Zentralheizungskessel, Berichte aus dem TFZ 23, TFZ, Straubing, September 2010

HKI 2009

Industrieverband Haus-, Heiz und Küchentechnik e.V., 2009: *Absatzentwicklung für Raumheizer, Heizeinsätze, Pelletöfen, Herde 1995 - 2008 in Deutschland*. Frankfurt/Main.

Hofbauer, 1995

Hofbauer, H.; et al; Auslegung von Ofenbrennräumen; DIANE 7; 2. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen, Bundesamt für Energiewirtschaft, September 1995

Holzenergie CH 2004

Holzenergie Schweiz; *Anforderungen an Emissionen und Wirkungsgrad im europäischen Vergleich*.
http://www.holzenergie.ch/fileadmin/user_resources/qualitaetssiegel_lrv_opair/AnforderungenQlabelEuropa_2004.pdf, heruntergeladen am 16.03.2011, Zürich; September 2004,

Kaltschmitt et al. 2009

Kaltschmitt, M.; Hartmann, H; Hofbauer, H (Hrsg.), *Energie aus Biomasse, Grundlagen, Techniken und Verfahren*. Berlin-Heidelberg: Springer Verlag 2009

Lasselsberger 2003

Lasselsberger, L. (2003): *Überprüfung von Kleinfeuerungen für feste Brennstoffe – Landes- und Bundesgesetzgebung*. Bundesanstalt für Landtechnik (BLT), 2003, Wieselburg

Lenz 2010

Volker Lenz, *Feinstaubemissionen im Betrieb von Scheitholzkaminöfen unter Berücksichtigung der toxologischen Relevanz*. Dissertation, Deutsches Biomasse Forschungs-Zentrum 2010

LRV 2010

Luftreinhalte-Verordnung, Schweizer Bundesrat 814.318.142.1, Juli 2010

MSI 2006

Marketing Research for Industry Ltd (2006): *Der Markt für moderne Feuerstätten in Deutschland, Österreich und der Schweiz*. MSI Marktstudie. Chester/ Frankfurt (Main).

Mudgal et al 2009a

Mudgal, S./ Turunen, L./ Turbé, A./ Roy, N./ Kuwahara, I./ Stewart, R./ Woodfield, M./ Kubica, K./ Kubica, R. (2009a): *Lot 15 Solid fuel small combustion installations. Task 1: Scope and Definition. Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs (II) in contract for the European Commission DG TREN*. Working document, version 4 (04/2009). Ivry sur Seine.

Mudgal et al 2009b

Mudgal, S./ Turbé, A./ Roy, N./ Stewart, R./ Woodfield, M./ Kubica, K./ Kubica, R. (2009b): *Lot 15 Solid fuel small combustion installations. Task 2: Economic and Market Analysis. Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs (II) in contract for the European Commission DG TREN*. Working document, version 3 (04/2009). Ivry sur Seine.

Mudgal et al 2009c

Mudgal, S./ Turunen, L./ Turbé, A./ Roy, N./ Kuwahara, I./ Stewart, R./ Woodfield, M./ Kubica, K./ Kubica, R. (2009c): *Lot 15 Solid fuel small combustion installations. Task 3: Consumer behaviour and local infrastructure. Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs (II) in contract for the European Commission DG TREN*. Working document, version 3 (06/2009). Ivry sur Seine.

Nussbaumer, 1989

Nussbaumer T.; *Schadstoffbildung bei der Verbrennung von Holz*; Dissertation der ETH Zürich; Zürich, 1989

Peker 2008

Peker, H. (2008): *Current firewood firing technology. Country report France. Quality Wood project*. 07/2008. Angers.

Puxbaum et al. 2007

Levoglucosan levels at background sites in Europe for assessing the impact of biomass combustion on the European aerosol background *Journal of Geophysical Research* 112, D23S05

RIS 2010

Rechtsinformationssystem des Bundes, Datenbank über Bundesrecht und Landesrecht, <http://www.ris.bka.gv.at/Land/>, Abfragen über Landesrecht im Dezember 2010

Schmidl et al. 2011

Schmidl, C; Luisser, M; Padouvas, E; Lasselsberger, L; Rzaca, M; Cruz, C; Handler, M; Peng, G; Bauer, H; Puxbaum, H; *Particulate and gaseous emission from manually and automatically fired small scale combustion systems*. Atmospheric environment; elsevier 2011

Spitzer et al 1998

Spitzer, J; Enzinger, P; Fankhauser, G; Fritz, W; Golja, F; Stiglbrunner, R; Emissionsfaktoren für feste Brennstoffe; Institut für Energieforschung; Dezember 1998

Umweltbundesamt 2008

BUNDESLÄNDER LUFTSCHADSTOFFINVENTUR 1990–2006; Rep 176

Wieser et Kurzweil 2004

Emissionsfaktoren als Grundlage für die österreichische Luftschadstoff-Inventur, BE-254, Umweltbundesamt, Wien 2004

8 Anhang

8.1 Zusammenfassung Workshop Status Quo



bioenergy2020+

Status Quo bei händisch beschickten Einzelraumfeuerstätten

Zusammenfassung des Workshops aus dem Projekt Neue Öfen 2020

Manfred Wörgetter

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010



bioenergy2020+



Die folgende Zusammenfassung ist eine persönliche Mitschrift und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit. Mit der Zusammenfassung sollte dem raschen Leser geholfen werden, einen Einstieg in das komplexe Thema des Forschungsprojekts zu bekommen

Manfred Wörgetter, FJ-BLT und bioenergy 2020+ („b20“)



Geißler, FFG: Begrüßung

- Geißler begrüßt im Namen der FFG und hebt den Antrag des gegenständlichen Projekts hervor:
 - Beginnt bei den Rahmenbedingungen und den Märkten
 - Der Stand der Technik wird erst anschliessend erwähnt
 - „Markt- und Umsetzungsorientierung“ ist der FFG wichtig
- Die FFG fördert derzeit 400 Projekte zum Thema Energie
- Am 7. Juni wird ein neuer Call in Neue Energie 2020 geöffnet

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 3



Friedl, b2o: Vorstellung ÖFEN2020

- Gegenstand
 - Markteinführung von Öfen mit geringstmöglichen Emissionen im praktischen Betrieb
- Zusammenarbeit von
 - Gesetzgeber und Behörden
 - Hersteller
 - Wissenschaft und Forschung
- Ziel
 - Zukunftsfähige Regelwerke
 - Zukunftsfähige Techniken
 - Abstimmung der Bemühungen von Gesetzgebern und Industrie

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 4





Nagl/ UBA: Bedeutung für Luftreinhaltung

- Biomasseöfen: für besseren Bestand sorgen!
- Hoher Anteil der Emissionen aus der Raumwärmeerzeugung bei CO, VOC, Dioxine, PAH, HCB, aber auch bei PM
- Einzelöfen: hoher Anteil bei PAH-Emissionen, PM 2,5 auch international als Problem gesehen
- Zunahme der Emissionen vorhergesagt
- Hohe Emissionen tragen zur schlechten Luftqualität im Winter bei
- UBA erhebt Datenlage bei Einzelöfen, PL DI Storch
- EU-Rahmen
 - PM 2,5 und BaP-Minderung
 - Verkehr hauptverantwortlich für NOx

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 5



Ehrig, b20 - Marktbetrachtung

- Wichtigste Datenquelle für die Größe des Marktes von Einzelöfen ist die BIO.IS Studie, die für LOT 15 der Ökodesignrichtlinie durchgeführt wird
- Riesiger Markt: 60 Mio. Feuerstätten in Europa!
- Unsichere Datenlage
- Hohe Energiepreise lassen den Absatz steigen
- Vertrieb von Öfen:
 - Deutschland und Österreich: über den Baumarkt
 - Schweiz: Fachhandel!

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 6





Hellinger/ RIKA – Sicht der Ofenhersteller

- Was will die Ofenindustrie
 - Europäischen Standard mit strengen Grenzwerten
 - Neue Technologien entwickeln
 - Marktanteil in Niedrigenergiehäusern sichern
 - Gute Produkte dem Kunden erkennbar machen
 - Nachrüstkonzepte??? - der Endnutzer müsste gezwungen werden
- Was braucht die (österreichische) Ofenindustrie dazu
 - Einheitliche EU-weite Regelungen wegen des hohen Exportanteils - viele Regelungen und (Prüf-) Vorschriften führen zu hohen Kosten
 - Starker Heimmarkt für innovative Produkte als Basis für Exporte
 - Kontrollmechanismen für Marktgeschehen
 - Längerfristige Planbarkeit bei Förderung und gesetzlichen Regelungen
 - Vergleichbare Prüfergebnisse in Europa
- Was bietet die Industrie?
 - Stetige Technologieentwicklung
 - Praxisnahe Systeme, einfache Bedienung und gutes Verhalten in Kundenhand

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 7



Bischof/ Schiedl – Sicht der Kaminhersteller

- Schiedl baut Kamine in Europa und Feuerstätten in Amerika
- Treiber der Entwicklung bei Schiedl:
 - Minderung der THG Emissionen
 - Sicherung der Versorgung: Sekundärfeuerstätten halten im Krisenfall Wohnung warm
 - Wohlbefinden und Raumklima

Einzelfeuerstätten sollen erhalten bleiben

- Strategie für Biomassebrennstoffe und neue Wohnhäuser:
 - LOT 15 Strategie für innovative Feuerungen
 - EU-weite Regelungen über moderne Feuerstätten
 - Gesicherte Daten über Märkte und Marktentwicklungen
 - Harmonisierte Gebäuderegulung

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 8





Behnke, UBA Berlin/ Dessau: Ökodesign-Richtlinie

- Ökodesign-Richtlinie: Eine Europäische Richtlinie zur Erhöhung der Energieeffizienz und Verringerung der Umweltbelastung
- Wird in Deutschland in nationales Recht umgesetzt
- Regelt Inverkehrbringen von Produkten, kann keine Anforderungen an den Praxisbetrieb festlegen
- Bei Kleinfeuerungen ist Vorstudie vor Fertigstellung, Konsultationsforum soll noch heuer laufen
- Offene Fragen u.a. bei der Partikelmessung
- Ein Ergebnis der Studie: Verbesserungspotential bei Scheitholz- und Pelletsöfen am höchsten
- Erwartetes Ergebnis von LOT 15: Anforderungen an Effizienz und Partikelemissionen für Prüfstandswerte

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 9



Kienle – BImSchV Deutschland

- Sieben Jahre Vorbereitung für BImSchV Novelle
- Lebensdauer von Geräten an die 30 Jahre
- Altanlagen sollten möglichst rasch ersetzt werden
- Beratung der Betreiber durch Schornsteinfeger verbindlich
- Abwicklung über Bezirksschornsteinmeister
- <http://zert.hki-online.de> - Datenbank für Schornsteinfeger in Aufbau (mit Unterstützung des Umweltministeriums)
- hki bringt sich in Europäische Gesetzgebung ein

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 10





Pongratz, Stmk LReg: Umsetzung in der Stmk.

- PM10 Sanierungsgebiete im Raum Graz, in Süd- und Oststeiermark und in der Mur-Mürztalfurche
- Holzrauch belastet Umwelt (ca. 20 % der PM10)
- Moderne Öfen: deutlich geringere Emissionen - ausgereifte Öfen erforderlich
- Einfluss des Benutzerverhaltens muss verringert werden
- Nachrüstpartikelfilter:
 - Untersuchungen am Prüfstand und in der Praxis mit Mitteln des Landes
 - Beim derzeitigen Stand der Entwicklung nicht empfehlenswert, Bauordnung lässt den Einbau derzeit nicht zu, keine Empfehlung für Nachrüstung
 - Anlagentausch bevorzugt
 - Partikelfilter für Neuanlagen angedacht
- Marktüberwachung in den Baumärkten gestartet

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 11



Dussing/ LReg Sbg: Art.15a-BVG Verordnung

- Art. 15a-BVG regelt Emissionsgrenzwerte und Mindestwirkungsgrade für das Inverkehrbringen auch von Raumheizgeräten
- Grenzwerte ähnlich Novelle BImSchV
- Unterschiede Prüfergebnisse und Emissionen in praktischem Betrieb?
- Strafbestimmungen über das Inverkehrbringen:
 - Sollen ab Herbst angewendet werden
 - Geldstrafen bis 25 000 € vorgesehen
- Nationale Regelungen müssen an LOT 15 Regelungen nach deren Erscheinen angepasst werden
- Anzahl der Biomasse-Kleinf Feuerungen war in den letzten Jahrzehnten rückläufig, Trendumkehr in der letzten Zeit
- Datenlage bei Einzelfeuerstätten unbefriedigend
- In Salzburg PM 10 Grenzwertsüberschreitungen nur in Regionen mit hoher NO₂ Konzentration (in Gebieten mit hoher Verkehrsbelastung)

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 12





Padouvas/TU Wien: Prüfnormen, Nutzerverhalten

- CE-Kennzeichnung von Öfen:
 - Prüfumfang gering, Wirkungsgradanforderungen leicht erreichbar
- Vorschlag für 15a-Vereinbarung neu:
 - VOC Grenzwerte sind eine Herausforderung
- Systemgrenzen „Prüfung“ und „Haus“ unterschiedlich
- Brennstoffqualität bei Prüfung eingengt
- Vielzahl an Fehlern durch Betreiber möglich
- Prüfmethode in Richtung Praxisrelevanz überarbeiten
- Diskussion:
 - Prüfungen sollen vergleichbare Ergebnisse liefern (Schmidl)
 - Aktuelle Norm lässt vermutlich zu viel Freiheit
 - Lücke zwischen dem Ergebnissen von Prüfständen und Praxis schließen
 - Förderung von Technologien zur Minderung der Emissionen im praktischen Betrieb wünschenswert

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 13



Schmidl/ b20 – Stand der Technik

- Erhebung bei 100 Herstellern in Europa
- „Nicht entstandene Emissionen müssen nicht reduziert werden“
- Bedienerfreundlichkeit (inkl. Verständlichkeit der Betriebsanleitung) anstreben
- „Die Entwicklung des OFEN 2020 ist längst im Gang“
- Systematische Bewertung der Technologien fehlt
- Neue Kennzahlen sollen im Projekt definiert werden

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 14





Schlusswort Wörgetter

- Europäische 2020 Ziele:
 - Minus 20 % THG
 - Plus 20 % Effizienzsteigerung
 - 20 % Erneuerbare Energie in Europa
- In Österreich Anstieg des Anteils erneuerbarer Energie von 25 auf 34 %:
 - Ca. die Hälfte bis 2/3 kann aus Biomasse kommen
- Schwache Bioenergielobby
 - Kleine Hersteller auf kurzfristigen Erfolge konzentriert
 - Gemeinsames Auftreten (auch mit Brennstoffherstellern und Lieferanten) wünschenswert

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010
Folie 15



Status Quo bei händisch beschickten Einzelraumfeuerstätten

Zusammenfassung des Workshops aus dem Projekt Neue Öfen 2020

Manfred Wörgetter

Wien, Haus der Forschung, 22. März 2010



8.2 Zusammenfassung Abschlussworkshop „Neue Öfen 2020“

bioenergy2020+



Abschluss-Workshop Neue Öfen 2020 14. Juni 2011 im Haus der Forschung Zusammenfassung

Manfred Wörgetter

Wien, Haus der Forschung, 14. Juni 2011
Folie 1



bioenergy2020+



Diese Zusammenfassung ist eine persönliche Mitschrift und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit.

Mit der Zusammenfassung sollte geholfen werden, eine Übersicht über das komplexe Thema des Workshops zu bekommen.

Wir freuen uns über Kritik, Kommentare und Verbesserungsvorschläge.



Einführung Wörgetter: Bioenergie und erneuerbare Energie zur Wohnraumheizung in Politik und Öffentlichkeit unterschätzt

Bioheat in the ETP RHC, Budapest, 5-6 May 2011

www.rhc-platform.org/cms/index.php?id=84

Michael Denison-Pender, BRGC: Heating and cooling - "The sleeping giant in the energy sector"

Kari Mulka, VAP: Heat is underestimated in NREAPs despite its' high energy efficiency

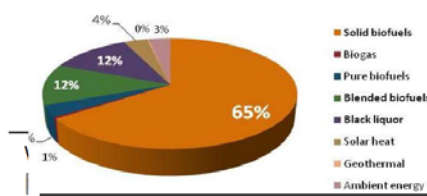
E. Alakangas, VTT: Vision for biomass fuels in 2020: new biocommodities

P. Rechberger, AEBIOM: Clear strategy of promoting Bio-Heat&Cooling needed

W. Haslinger: Residential heating biofuels replace oil totally and strongly compete with natural gas in 2020

Austria: Renewable Energy Shares 2009

Renewable energy sources without hydropower



Bioheat for Households

Ch. Schmid/ Brussels, 9 February 2011

Hugh European Market Volumes

Biomass for household energy ~ 200 Mm³ = 35 Mtoe (excl. DH)

- Target for 2020: > 400 Mm³ = 70 Mtoe
- Biomass covers 97% of renewable heat market
- 86% of household energy consumption used for heat

Market: small scale combustion systems:

Appliance	Stock	Sales
Fireplaces	30 Mio.	1.7 Mio.
Stoves	25 Mio.	1.3 Mio.
Cookers	7.5 Mio.	0.5 Mio.
Boilers	8 Mio.	0.3 Mio.

European Biomass Statistics, AEBIOM 2010, Reference year: 2007
Working Paper, Bio Intelligence Service, 2009



Öfen werden dann erfolgreich sein, wenn sie auch 2020 den Wünschen der Kunden und den Anforderungen von Seite der Umwelt entsprechen



Christoph Schmid: Projektvorstellung

- „Ofen der Zukunft für das Haus der Zukunft“
- Nur stückige Brennstoffe
- Zielregion Europa und Weltmarkt
- Zielgruppe Stake Holder aus allen Bereichen von Politik, Verwaltung, Umwelt und Wirtschaft
- Methodischer wissenschaftlich und neutraler Forschungsansatz in Zusammenarbeit mit Industrie und Wirtschaft
- Lenkung der Entwicklung ist unerlässlich



UBA-Projekt „Statusbericht Kleinfeuerungen“ DI Storch, UBA Wien

- Ziel: Wissen über den Bestand und die Nutzung von Einzelöfen erheben und verbreiten; Darstellung der Käufermotive und des Vertriebswegs
- Einzelofendatenbank :
 - 2 557 Einträgen von 82 Hersteller aus 13 Ländern mit Angaben von Labels und deren Überprüfung
- www.richtigheizen.at enthält Daten über das Nutzerverhalten
- *Kommentare Wörgetter*
 - *Statistische Daten „Verwirrend“*
 - *Präsentation der „Markterhebung Erneuerbare Energie Technologien“ am 8. Juni / 14:00 im Festsaal der TU Wien*

Wien, Haus der Forschung, 14. Juni 2011
Folie 5



Marktsituation Einzelöfen Dr. Benke, E 7

- 1,5 Mio. Einzelöfen: „Die beste verfügbare Schätzung“; „Informationsquellen versiegen“
- Unklare Definitionen in der Praxis
- Importquote bei Öfen 80%(!)
- „der Baumarkt macht PR für den Fachhandel“
- Auch neue) Händler leben sehr gut
- *Meine Schlussfolgerungen:*
 - *Beratung von Käufern, Händlern und Firmen erforderlich*
 - *Erhebungen vereinheitlichen!*
 - *Technik besser definieren (ON, EN?)*

Wien, Haus der Forschung, 14. Juni 2011
Folie 6





Luftreinhaltung: Hausbrand-Emissionen Dr. Pongratz, Amt der Stmk. LReg

- Fortschritte bei der PM₁₀-Minderung
- Einzelfeuerungen tragen zu PM_{2,5} Belastung bei, keine Fortschritte (AQUELLA-Studie: ~20% PM aus Holzverbrennung)
- BaP-Emissionen Graz: Überschreitungen im Winter ⇒ Hausbrand!
- BaP-Konzentrationen am Land: Ursache Holzheizung
- Stmk. Luftreinhalteprogramm:
 - Verbot von Zweitheizungen
 - Fernwärmepaket
 - Umstellung auf Gas
 - Inspektionspflicht
- PMInter-Projekt: PM-Messung durch Rauchfangkehrer

**§15 a Verordnung in
Umsetzung**

Wien, Haus der Forschung, 14. Juni 2011
Folie 7



Erfahrungen aus Deutschland mit der BImSchV Frank Kienle, HKI

Problemfelder:

- Was ist Einzelfeuerung?
- Was bedeutet Überdimensionierung?
- Übergangsregelungen
- Datenbank des HKI ist anerkannt, Problem liegt im Vollzug
- „Wir brauchen kleine Leistungen“

Wien, Haus der Forschung, 14. Juni 2011
Folie 8





ProduktLABEL für Biomasse-Kleinfeuerungen Dr. Moser, bioenergy2020+

- EU-weite Produktlabel wünschenswert
 - Bemühungen um Label Biomasse-Kleinfeuerungen (Lot 15) zum Stillstand gekommen
 - Eine Ursache: geringe Industriebeteiligung
- In bestehende Gesetze eingebettet
- Vorschlag für Label liegt vor
- **Verbot des Verkaufs von Produkten möglich**
- **Viele offene Fragen (auch) an die Politik**

Projekt BioHeatLABEL veröffentlicht auf
www.bionergy2020.eu (Publikationen)

Wien, Haus der Forschung, 14. Juni 2011
Folie 9



Prüfung nach Normen DI Padovas, TU Wien

- Ziel der Prüfung: ... (auch) der technische Fortschritt!
- Unterschiedliche Begriffe & Definitionen in Normen
- Prüfnormen verbessern:
 - an Praxis anpassen
 - Methode verbessern
 - Fehlbedienung berücksichtigen
 - **Strengere Anforderungen!**
- ***Meine Schlussfolgerung: Normung wieder aufnehmen!***

Wien, Haus der Forschung, 14. Juni 2011
Folie 10





Entwicklungsguideline Emissionsminderung

Stefan Aigenbauer, BIOENERGY2020+

- CO, OGC und PM - Grenzwerte durch Optimierung der Primärbedingungen von Öfen nach dem Stand der Technik eingehalten
- Optimierung der Verbrennung
 - Gaserzeugung, Gasausbrand und Gasführung
 - Das theoretische Rüstzeug ist vorhanden
- Optimierung der Leistungsregelung
 - Beträchtliche Entwicklungschancen
 - Kosten werden steigen
- Technik der Staubabscheidung bei Kleinfeuerungen erst in Entwicklung - **dzt. keine Empfehlungen für die Politik möglich**
- Mittlere bis starke Verbesserungen durch Optimierung der Verbrennung und kontrollierte Luftzufuhr (Saugzug)
- **Bedienungsfehler vermeiden!**

Wien, Haus der Forschung, 14. Juni 2011
Folie 11



Visionen, Ziele und Forderungen der Industrie

Industrievertreter im Projekt (Lehner, Austroflam)

- Öfen für Holz werden von den Kunden angenommen
 - Kostenvorteil
 - Unabhängig
 - Regionale Wertschöpfung
 - Wartungsfrei und geräuscharm
 - Rasche (Strahlungs-) Wärme,
 - „Möbelstück“
- Industrie ist bereit, mehr zu tun
- Beratung beim Fachhändler; Guidelines für Installation (Norm!)
- „Strenge, praxisrelevante Prüfungen“ - auch am Markt umsetzen
- Klare Vorgaben und Zeit für Entwicklung
- Wünschenswert ist zentrale Anlaufstelle
- **Meine Schlussfolgerung:**
 - *Zusammenarbeiten,*
 - *Politik ansprechen (Anreizprogramm, Energieausweis,)*
 - *Nationale und europäische Normung weiter treiben*

Wien, Haus der Forschung, 14. Juni 2011
Folie 12





Prüfung 2020 Dr. Moser, BIOENERGY2020+

Forderungen an Prüfungen und „Prüfung 2020“

**Praxisrelevant – Sicher Beurteilung der Qualität –
Reproduzierbare Ergebnisse – Informationen für
Weiterentwicklung**

- Auf bestehenden Regeln aufbauen - Evolution, nicht Revolution
- Praktischen Betrieb unter Standardbedingungen nachvollziehen
- Sinnvolle technische Dokumente für Errichter und Betreiber
- Entscheidungsgrundlage für Förderprogramme
- Offene Frage: Prüfberichte veröffentlichen?

- **Es entsteht eine lebhaft Diskussion, die die divergierenden
Positionen der Interessensgruppen sichtbar macht**

Wien, Haus der Forschung, 14. Juni 2011
Folie 13



Meine Message an Politik und Verwaltung

- **Entwicklung dauert Zeit**
- **... und kostet Geld**
- **Vielfältige Anforderungen an Industrie und Kunden**
 - Erneuerbare Energie nutzen
 - Umwelt schützen
- **Wer in F&E investiert, möchte Sicherheit**
- **Firmen brauchen für die Entwicklung ausreichend
lang wirksame Rahmenbedingungen**

Wien, Haus der Forschung, 14. Juni 2011
Folie 14





Meine Botschaft an die Hersteller

- Chancen suchen und erkennen
- Herausforderungen annehmen
- Produkte verbessern
- Bessere Produkte auf den Markt bringen

Wien, Haus der Forschung, 14. Juni 2011
Folie 15



Einladung

Erneuerbare Energien
Innovationsstrategien und Wirkungsmonitoring

Dienstag, 28. Juni 2011, 13:30 bis 17:30 Uhr
Technische Universität Wien, Festsaal

Logo: bmwft
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

Logo: e2050

Anmeldung

Bitte mit dem **Betreff „Marktstatistik 2010“**
unter **i3@bmvit.gv.at** bis 24. Juni 2011 anmelden!

Veranstaltungsort

Hauptgebäude der Technischen Universität Wien
Karlsplatz 13 (Haupteingang Resselpark),
Festsaal (1. Stock), 1040 Wien

i3@bmvit.gv.at

