

TEXTE

86/2025

Abschlussbericht

Erstellung von Schulungsmaterial zum richtigen Heizen mit Holz

von:

Ingo Hartmann, Mirjam Müller, Tobias Ulbricht, Bettina Stolze

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig

Laurenz Hermann

co2online gemeinnützige GmbH, Berlin

Claudia Schön, Hans Hartmann

Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe,
Straubing

Rico Eßbach

DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg, Freiberg

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 86/2025

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3721 53 303 0
FB001491

Abschlussbericht

Erstellung von Schulungsmaterial zum richtigen Heizen mit Holz

von

Ingo Hartmann, Mirjam Müller, Tobias Ulbricht; Bettina
Stolze

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH, Leipzig

Laurenz Hermann
co2online gemeinnützige GmbH, Berlin

Claudia Schön, Hans Hartmann
Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für
nachwachsende Rohstoffe, Straubing

Rico Eßbach
DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg, Freiberg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig

Abschlussdatum:

Mai 2024

Redaktion:

Fachgebiet III 2.1 Übergreifende Angelegenheiten, Chemische Industrie,
Feuerungsanlagen
Christian Liesegang

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Juli 2025

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Erstellung von Schulungsmaterial zum richtigen Heizen mit Holz

Kleinf Feuerungsanlagen für Holzbrennstoffe sind für ca. 20 % der gesamten Feinstaubemissionen (PM 2.5) in Deutschland verantwortlich (UBA, 2022). Ein Großteil dieser Emissionen stammt aus den derzeit 11,2 Millionen Einzelraumfeuerungsanlagen, die zum größten Teil ohne automatische Regelung ausgestattet sind. Bei diesen Anlagen ist es wichtig, durch eine angemessene Betriebsweise aufgeklärter Ofenbediener*innen die Emissionen soweit wie möglich zu reduzieren. Denn die Emissionen von Kleinf Feuerungsanlagen, die nicht automatisch, sondern manuell betrieben werden, hängen sehr stark von der Handhabung ebenso wie von der Art und Qualität des Brennstoffes ab. Auch wenn zukünftig der Anlagenbestand von automatisch geregelten Anlagen steigen wird, ist davon auszugehen, dass ein Großteil des Anlagenbestandes weiterhin manuell betrieben wird. Auch im Umgang mit Einzelraumfeuerungsanlagen, die über Steuerungs- und Regelungstechniken verfügen, unterstützt die Kenntnis über die Verbrennungsgrundlagen und den richtigen Umgang mit dem Brennstoff, bspw. bei der Lagerung, die Erreichung guter Verbrennungsergebnisse mit niedrigen Emissionen. Im Forschungsvorhaben wurden Materialien (ein Flyer zum richtigen „Heizen mit Holz“, ein Flyer mit Informationen und Hinweisen zum Ofenführerschein, Schulungsmaterialien für die Referent*innen als auch Teilnehmer*innen zur Durchführung des „Ofenführerscheins“) und ein Konzept für die Durchführung und Bewerbung eines Ofenführerscheins erstellt. Das Schulungsmaterial soll frei und kostenlos verfügbar sein, so dass Kommunen oder Städte den Ofenführerschein auf freiwilliger Basis einführen können.

Abstract: Creation of training material on how to heat properly with wood

Small combustion appliances for wood fuel are responsible for approx. 20% of the total particulate matter emissions (PM 2.5) in Germany (UBA, 2022). A large part of these emissions come from the 11.2 million local space heating systems, most of which are not equipped with automatic controls. With these systems, nevertheless, it is important to reduce emissions as much as possible through appropriate operation by well-informed furnace operators. This is because the emissions from small combustion appliances that are operated manually rather than automatically depend very much on how they are handled, as well as on the type and quality of the fuel. Even if the number of automatically controlled plants will increase in the future, it can be assumed that the majority of the plants will continue to be operated manually. Knowledge of the basics of combustion and the correct handling of the fuel, e.g. during storage, also supports the achievement of good combustion results with low emissions when dealing with individual small combustion appliances such as log wood stoves that have control and regulation technologies. Materials (a flyer on correct “heating with wood”, a flyer with information and tips on the stove driver’s license, training materials for the speakers and participants on how to carry out the “stove driver’s license”) and a concept for the implementation and application of a furnace driver’s license were created. The training material is available freely and free of charge, so that municipalities or cities can introduce the stove guide on a voluntary basis.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	10
Zusammenfassung	11
Summary	15
1 Erarbeitung und Umsetzung eines Schulungskonzepts	18
1.1 Hintergrund	18
1.1.1 Ausgangssituation	18
1.1.2 Forschungsvorhaben Ofenführerschein	19
1.2 Vorerfahrungen	19
1.2.1 Clean Air By Biomass	20
1.2.2 Clean Air II	20
1.2.3 beReal	21
1.2.4 Internet-Plattformen „Stookwijzer“ und „Stookalert“ (NL)	21
1.2.5 Initiativen zur Luftreinhaltung in British Columbia (CN)	22
1.2.6 WWF Schulungsprogramm klima.fit	24
1.2.7 Reutlinger Ofenführerschein	24
1.3 Zielstellung des Schulungskonzepts, Anforderungen	27
1.4 Bundesweite Etablierung des Schulungsangebots	28
1.4.1 Name des Schulungsangebots	28
1.4.2 Bereitstellung der Schulungsunterlagen	28
1.4.3 Relevante Akteursgruppen und Multiplikatoren	29
1.5 Lokale Umsetzung des Ofenführerscheins	29
1.5.1 Die Kommune als Initiator	30
1.5.2 Schulungsorte und -partner	30
1.5.2.1 Lokale Weiterbildungsträger	30
1.5.2.2 Schornsteinfegerhandwerk	31
1.5.2.3 Privatwirtschaftliche Partner	32
1.5.3 Schulungsleitung / Fachexpertise	32
1.5.4 Kommunikationskonzept und Teilnehmer*innen-Ansprache	33
1.5.4.1 Intrinsische und extrinsische Motivation	33
1.5.4.2 Lokale Bewerbung der Schulungen	34

1.5.4.3	Abfrage der Motivation vor Schulungsbeginn	35
1.6	Kosten und Finanzierung.....	35
1.6.1	Kosten	35
1.6.2	Finanzierungsoptionen	37
1.6.2.1	Öffentliche Finanzierung.....	37
1.6.2.2	Stiftungen	37
1.6.2.3	Teilnahmebeiträge.....	38
1.6.2.4	Sponsoring	38
1.7	Virtuelle Umsetzung des Ofenführerscheins	39
1.7.1	Technische Optionen	39
1.7.2	Vor- und Nachteile	39
2	Entwicklung von Schulungsmaterial für einen Ofenführerschein.....	42
2.1	Gliederung und Inhalt des Schulungsmaterials	42
2.2	Workshop.....	44
3	Probeschulung und Prüfabbrände	47
3.1	Gesamtablauf.....	47
3.2	Eingesetzte Messtechnik und -verfahren	49
3.3	1. Block – Messungen vor der Schulung	52
3.5	3. Block – Messungen nach der Schulung.....	59
3.6	Effekt der Schulung auf das Emissionsverhalten beim Kaminofenbetrieb.....	60
3.7	Fazit	69
4	Quellenverzeichnis	70

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	PM 2.5 Emissionen in Deutschland 2020	18
Abbildung 2:	Anhänger mit Testöfen.....	21
Abbildung 3:	Lokale Empfehlung zum Heizen mit Holz auf der Homepage von Stook Wijzer.....	22
Abbildung 4:	Ofenschulung in der Metropolregion Vancouver.....	23
Abbildung 5:	Online Kurs zum Thema Holzrauch	24
Abbildung 6:	Titelseite des Faltblatts zum Reutlinger Ofenführerschein.....	25
Abbildung 7:	Gesamtaufbau der Messstrecke am DBI für die Probandenmessungen.....	52
Abbildung 8:	Zur Verfügung gestellte Buchenscheite unterschiedlicher Dicken und Anzündhilfen für den Betrieb des Kaminofens. Foto: DBI	53
Abbildung 9:	Holz für das Anzünden des Feuers im Brennraum (links) und intensive Flammenbildung nach dem zweiten Nachlegen (rechts) vor der Schulung bei Proband 2.....	56
Abbildung 10:	CO-Emissionen vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen	61
Abbildung 11:	OGC-Emissionen vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen	63
Abbildung 12:	NO _x -Emissionen vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen	64
Abbildung 13:	Gesamtstaub-Emissionen vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen	65
Abbildung 14:	PAK-Emissionen vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen	66
Abbildung 15:	Partikelanzahl-Konzentration vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen	67
Abbildung 16:	Gesamtwärmeleistung vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen	68

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Aufwands- und Kostenschätzung lokaler Umsetzung Ofenführerschein.....	36
Tabelle 2:	Vor- und Nachteile verschiedener Schulungsformate	40
Tabelle 3:	Gesamtablaufplan AP 3	47
Tabelle 4:	Messverfahren und -geräte	50
Tabelle 5:	Messverfahren und -geräte, PAK Messungen	51
Tabelle 6:	Verhältnisdarstellung der Gesamtwärmeleistungen ausgehend von der Herstellerangabe des Kaminofens vor der Schulung ..	54
Tabelle 7:	Brennstoffauflage zum Anzünden vor der Schulung.....	57
Tabelle 8:	Ergebnisse aus dem Fragebogen der Probanden.....	57
Tabelle 9:	Dichtheitswerte der Kaminöfen	58
Tabelle 10:	Verhältnisdarstellung der Gesamtwärmeleistungen ausgehend von der Herstellerangabe des Kaminofens nach der Schulung	60

Abkürzungsverzeichnis

ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ASR	Arbeitsstättenrichtlinien
BaP	Benzo[a]pyren
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
CO	Kohlenstoffmonoxid
CSA Group	Unabhängige Normungsorganisation in Kanada (ehemals Canadian Standards Association)
DBFZ	Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
DBI	Gas- und Umwelttechnik GmbH
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
DST	Deutscher Städtetag
DStGB	Deutscher Städte- und Gemeindebund
DVV	Deutscher Volkshochschulverband
eaD	Bundesverband der Energie- und Klimaschutzagenturen Deutschlands
EPA	US-amerikanische Umweltbehörde (Environmental Protection Agency)
FFG	Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft
FNR	Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe
GGD	Gesundheitsdienst
GIH	Energieberaterverband GIH – Bundesverband e.V.
HKI	Industrieverband Haus-, Heiz und Küchentechnik e.V.
PM	Feinstaub (Particulate Matter)
OGC	Organische Verbindungen
RAL	Deutsches Institut für Gütesicherung
TFZ	Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe
UBA	Umweltbundesamt, Dessau
VHS	Volkshochschule
WWF	World Wide Fund For Nature
ZIV	Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband

Zusammenfassung

Im Rahmen des vom Umweltbundesamt vergebenen Forschungsvorhaben zum Thema „Ofenführerschein“ wurde im ersten Schwerpunkt ein Konzept zur Einführung des Ofenführerscheins erarbeitet und im Rahmen eines Workshops einem Kreis ausgewählter Experten und Interessensvertretern vorgestellt.

Kleinf Feuerungsanlagen für Holzbrennstoffe waren im Jahr 2020 für 20,2 % der Feinstaubemissionen (PM 2.5) in Deutschland verantwortlich (UBA, 2022). Ein Großteil dieser Emissionen stammt aus den 11,2 Millionen Einzelraumfeuerungsanlagen, wie Kaminöfen, Kachelöfen und ähnlicher Geräte. Kleinf Feuerungsanlagen sind somit wesentlicher Emittent von Partikelemissionen in Deutschland und müssen für die Erreichung der Emissionsreduktionsverpflichtungen sowie die Verringerung der Gesundheitsbelastung durch Feinstaub verstärkt in den Blick genommen werden.

Durch verschiedene Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass die Nutzer*innen von insbesondere handbeschickten Kleinf Feuerungsanlagen signifikanten Einfluss auf die realen Emissionen der Anlagen haben. Vor diesem Hintergrund war das Ziel des hier beschriebenen Vorhabens, ein Schulungsprogramm mit Zielgruppe Kamin- und Ofenbesitzer*innen zu entwickeln und zu testen. Als Vorbild diente die Umsetzung einer ähnlichen Schulung in der Stadt Reutlingen (sog. Reutlinger Ofenführerschein). Neben der Ausarbeitung und Erprobung des Schulungsmaterials wurde auch ein Konzept zur Umsetzung eines freiwilligen Schulungsangebots in Deutschland erstellt, mit folgenden zentralen Anforderungen:

- ▶ Kommunen oder Städte können den „Ofenführerschein“ auf freiwilliger Basis lokal als Präsenz-Schulungen umsetzen
- ▶ Das Schulungsmaterial soll hierzu kostenfrei für interessierte Kreise verfügbar gemacht werden (per Download)
- ▶ Teil der Schulungen soll auch ein praktischer Teil mit der Befuerung von Testöfen sein, soweit dies lokal umsetzbar ist

Für die lokale Umsetzung des Ofenführerscheins bedarf es der Mitwirkung von Akteuren auf vier Ebenen:

- a) Organisatoren (z.B. Umweltämter, Klimaschutzbeauftragte der Kommunen); ggf. Volkshochschulen
- b) Weiterbildungs- / Kompetenzträger, in deren Räumlichkeiten die Schulungen umgesetzt werden können
- c) Referent*innen, die die Schulungen kompetent umsetzen können
- d) Kamin- und Ofenbesitzer*innen als Teilnehmende der Schulungen

Um eine möglichst breite Unterstützung des Schulungsangebots sicherzustellen, kontaktierten die Autor*innen verschiedene überregional agierende Verbände, um diese als ideale Partner bei der Bekanntmachung und Umsetzung des Angebots zu gewinnen.

Alle angesprochenen Verbände, welche unter anderem Kommunen, Schornsteinfeger*innen, Energieberater*innen, Energieagenturen, Volkshochschulen sowie Hausbesitzende vertreten, unterstützen die Idee der Schulungen und sind bereit, im Kreise ihrer Mitglieder auf das Schulungsangebot hinzuweisen.

Neben den Kommunen selbst kommen auch lokale Volkshochschulen als Initiatoren der Schulung infrage. Für die Umsetzung der praktischen Schulungsteile können die

Schulungszentren der Schornsteinfegerinnungen angesprochen werden, welche alle technischen und Sicherheitsanforderungen für Testabbrände erfüllen.

Die Auswahl der Schulungsleiter*innen liegt in der Entscheidung der lokalen Organisatoren, doch werden den Kommunen über einen Leitfaden Hinweise zu verschiedenen organisatorischen Fragen bereitgestellt, darunter auch zu potenziellen Schulungsleiter*innen. In Frage kommen neben lokalen Personen des Schornsteinfegerhandwerks auch Energieberater*innen, Expert*innen aus Energie- und Klimaschutzagenturen oder aus der lokalen Wirtschaft. Zusätzlich könnte ein zentrales Train-the-Trainers Angebot organisiert werden, um Referent*innen spezifisch auf die Schulungsinhalte vorzubereiten.

Für die lokale Bekanntmachung und Bewerbung des Schulungsangebots stehen den Initiatoren verschiedene Optionen zur Verfügung. Diese reichen von stadtweiter Bewerbung in klassischen oder digitalen Medien über die Einbindung lokaler Multiplikatoren bis hin zu Postwurfsendungen in spezifischen Wohngebieten, in denen bereits Konflikte aufgrund von Holzfeuerungen aufgetreten sind.

Der zweite Schwerpunkt lag in der Erstellung eines umfangreichen Schulungsmaterials, welches nun ca. 150 Folien umfasst. Dieses Material ist für eine Schulungsdauer von insgesamt ca. sechs Stunden vorgesehen, kann jedoch auch auf zwei bis drei Veranstaltungen aufgeteilt werden. Der Foliensatz wurde in mehreren Überarbeitungsphasen projektintern und im Rahmen von zwei Workshops auch durch externe Expertise optimiert. Folgende Themen sind Bestandteil des Schulungsmaterials:

- ▶ Motivation für den Ofenführerschein (Folgen einer falschen Ofenbedienung und die Vorteile einer ordnungsgemäßen Bedienung)
- ▶ Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch (Feuerstättentypen wie Kaminofen, Speicherofen bzw. Grundofen, Pelletofen sowie deren Einsatzzweck)
- ▶ Klimaschutz und Luftreinhaltung (Schadstoffentstehung bei der Verbrennung)
- ▶ Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten (gesetzliche Vorgaben und Gütesiegel)
- ▶ Grundlagen Verbrennungsprozess (Grundlagen der Holzverbrennung)
- ▶ Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung (Auswirkung des Nutzerverhaltens auf die Schadstoffbildung)
- ▶ Aufbau eines Kaminofens (Abbrandprinzipien sowie deren Auswirkung auf die Schadstoffbildung)
- ▶ Auswahl von Emissionsminderungstechnik (Katalysatoren, elektrostatische Staubabscheider und automatische Verbrennungsluftsteuerung)
- ▶ Schornstein (Schornsteinarten, vermeidbare Wärmeverluste und notwendiger Förderdruck)
- ▶ Auswahl eines neuen Kaminofens (raumlufatabhängig und raumluftunabhängig Feuerungsanlagen sowie deren Vor- und Nachteile)
- ▶ Brennstoff (zulässige und nicht zulässige Brennstoffe sowie Beschaffung und Lagerung)
- ▶ Betrieb eines Kaminofens (Schritt für Schritt zur korrekten Ofennutzung)

Im dritten Schwerpunkt wurde eine Probeschulung mit sechs Probanden durchgeführt, um deren Einfluss auf das Emissionsverhalten ausgewählter Kaminöfen bewerten zu können. Im Oktober und November 2022 fanden die Messungen vor und nach der Schulung beim DBI in Freiberg zusammen mit dem Unterauftragnehmer ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co (für die Messung polyzyklisch aromatischer Kohlenwasserstoffe – PAK) statt. Je Messtag war ein Proband vor Ort. Jeder Proband hat den ihm zur Verfügung gestellten Ofen (Kaminofen A bei Probanden 1 bis 3 und Kaminofen B bei Probanden 4 bis 6) eigenständig betrieben. Hierzu gehörten das Anzünden sowie das anschließende dreimalige Nachlegen. Jedem Probanden lag die entsprechende Bedienungsanleitung bereit.

Folgende Kaminöfen standen zur Verfügung:

- ▶ ein preisgünstiger typgeprüfter Kaminofen A für Holz nach DIN EN 13240 (manuelle Betriebsweise) mit CE-Kennzeichnung
- ▶ ein preisintensiver typgeprüfter Kaminofen B für Holz nach DIN EN 13240 (manuelle Betriebsweise, mit integriertem Katalysator) mit CE-Kennzeichnung

Folgende Blöcke wurden für die Probeschulung organisiert und am DBI in Freiberg am Feuerungsprüfstand bzw. im Schulungsraum durchgeführt:

1. Block – Messungen vor der Schulung

- ▶ Jeder Teilnehmende heizt nach individuell gewohntem Vorgehen einen zur Verfügung stehenden Ofen
 - Auflegen der Holzscheite mit Anzünden des Holzes
 - dreimaliges Nachlegen von Holzscheiten

2. Block – Probeschulung

- ▶ Alle Teilnehmer erhalten eine Schulung zum richtigen Heizen mit Holz
 - Das Schulungsmaterial wurde im Projekt von den Partnern DBFZ und TFZ entwickelt und den Teilnehmern durch DBI, DBFZ und TFZ vorgestellt

3. Block – Messungen nach der Schulung

- ▶ Jeder Teilnehmende heizt nach geschultem Vorgehen einen zur Verfügung stehenden Ofen
 - Auflegen der Holzscheite mit Anzünden des Holzes
 - dreimaliges Nachlegen von Holzscheiten

Den Teilnehmer*innen standen neben der Betriebsanweisung eine Auswahl an Anzündhilfen und Brennstoff in unterschiedlicher geometrischer Form zu Verfügung. Die Messungen an den Feuerungsanlagen wurden in Anlehnung an die DIN EN 13240:2005 in Verbindung mit DIN EN 16510-1:2018 mit den Teilnehmer*innen im ungeschulten als auch geschulten Zustand durchgeführt. Dabei konnten deutliche Emissionsreduktionen im geschulten Zustand im Vergleich zum ungeschulten Zustand festgestellt werden bei einer einhergehenden Effizienzsteigerung.

Obgleich die Probeschulung und die daraus resultierenden Emissionswerte nicht repräsentativ sind, weist sie doch einen sehr deutlichen Trend auf. Diese Stichprobe zeigt, dass durch die Schulung auch bei erfahrenen Ofennutzer*innen das Bewusstsein für den Zusammenhang zwischen Handeln und Wirkung für ein emissionsarmes und zugleich kosteneffizientes Bedienen eines Kaminofens geschärft wurde. Zudem wurde der Einfluss der Bediener*innen auf die Emissionen deutlich, da auch ein Kaminofen mit sekundärer Emissionsminderungstechnik bei Fehlbedienung zu hohe Schadstoffkonzentrationen im Abgas aufweist. Daher ist davon auszugehen, dass alleinige technische bzw. bauliche Emissionsminderungsmaßnahmen an Kaminöfen ohne geschulte Nutzer*innen nicht hinreichend für ein emissionsarmes Heizen mit Holz sind.

Summary

As part of the contract awarded by the Federal Environment Agency on the topic of “Ofenführerschein”, the first focus was to develop a concept for the introduction of the “Ofenführerschein” and presented it to a group of selected experts and stakeholders in a workshop.

Small combustion appliances for wood fuels were responsible for 20.2% of fine dust emissions (PM 2.5) in Germany in 2020 (UBA, 2022). A large portion of these emissions come from the 11.2 million individual room combustion systems. Small combustion systems are therefore a significant emitter of particle emissions in Germany and must be given greater attention in order to achieve the goal of reducing emissions.

Various studies have shown that the users of small combustion appliances, particularly manually operated ones, have a significant influence on the real emissions of the systems. Against this background, the aim of the project described here was to develop and test a training program aimed at fireplace and stove owners. The implementation of a similar training course in the city of Reutlingen (so-called “Reutlinger Ofenführerschein”) served as a model. In addition to developing and testing the training material, a concept for implementing a voluntary training offer in Germany was also created, with the following central requirements:

- ▶ Municipalities or cities can implement the “Ofenführerschein” locally as face-to-face training on a voluntary basis
- ▶ The training material will be made available free of charge as an open source document (via download)
- ▶ Part of the training should also include a practical part with the firing of test ovens, as long as this can be implemented locally

The local implementation of the “Ofenführerschein” requires the participation of actors at four levels:

- a) Organizers (e.g. environmental offices, municipal climate protection officers); if necessary, community colleges
- b) Further training/competence providers on whose premises the training courses can be implemented
- c) Speakers who can competently implement the training courses
- d) Fireplace and stove owners as participants in the training courses

In order to ensure the broadest possible support for the training offer, the authors contacted various supra-regional associations in order to win them over as ideal partners in publicizing and implementing the offer.

All of the associations addressed, which represent, among other things, municipalities, chimney sweeps, energy consultants, energy agencies, adult education centers and homeowners, support the idea of the training and are willing to point out the training offer to their members.

In addition to the municipalities themselves, local adult education centers can also be considered as initiators of the training. To implement the practical training parts, you can contact the chimney sweeps' guild training centers, which meet all technical and safety requirements for test burns.

The selection of trainers is the decision of local organizers, but a guide will provide municipalities with information on various organizational issues, including potential trainers. In addition

to local people from the chimney sweep trade, energy consultants, experts from energy and climate protection agencies or from the local economy are also eligible. In addition, a central train-the-trainers offer is organized to specifically prepare speakers for the training content.

The initiators have various options available to them for locally publicizing and promoting the training offer. These range from city-wide advertising in classic or digital media to the involvement of local multipliers and direct mail in specific residential areas where conflicts have already arisen due to wood burning.

The second focus was the creation of extensive training material, which now includes around 170 slides. This material is intended for a total training period of approximately six hours, but can also be divided into two to three events. The set of slides was optimized in several revision phases within the project and also through external expertise during two workshops. The following topics are part of the training material:

- ▶ Motivation for the “Ofenführerschein” (consequences of incorrect oven operation and the benefits of optimal oven use)
- ▶ Fireplaces for domestic use (types of fireplaces such as fireplaces, storage stoves or basic stoves, pellet stoves and their intended use)
- ▶ Climate protection and air pollution control (formation of pollutants during combustion)
- ▶ Legal requirements & quality seals for individual fireplaces (legal requirements and quality seals)
- ▶ Basics of the combustion process (basics of wood burning)
- ▶ Pollutants from biomass combustion (effect of user behavior on pollutant formation)
- ▶ Building a fireplace (combustion principles and their impact on the formation of pollutants)
- ▶ Selection of emission reduction technology (catalysts, electrostatic dust precipitators and automatic combustion air control)
- ▶ Chimney (types of chimneys, avoidable heat losses and necessary delivery pressure)
- ▶ Choosing a fireplace (room air-dependent and room air-independent combustion systems as well as their advantages and disadvantages)
- ▶ Fuel (permissible and non-permissible fuels as well as procurement and storage)
- ▶ Operating a fireplace (step by step on how to use the fireplace correctly)

In the third focus, a trial training session was carried out with six test persons in order to be able to evaluate their influence on the emission behavior of selected fireplaces. In October and November 2022, the measurements before and after the training took place at the DBI in Freiberg together with the subcontractor ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co (for the measurement of polycyclic aromatic hydrocarbons - PAH). One test person was on site each measurement day. Each person operated the stove provided to him (stove A for subjects 1 to 3 and fireplace B for subjects 4 to 6) independently. This included lighting it and then refilling it three times. The corresponding operating instructions were available to each test person.

The following fireplaces were available:

- ▶ an inexpensive, type-tested wood-burning stove A according to DIN EN 13240 (manual operation) with CE label
- ▶ a price-intensive, type-tested fireplace stove B for wood according to DIN EN 13240 (manual operation, with integrated catalyst) with CE label

The following blocks were organized for the trial training and carried out at the DBI in Freiberg on the combustion test bench or in the training room:

1st block – measurements before training

- ▶ Each participant heats an available oven according to their own individual procedure
 - Placing the logs and lighting the wood
 - Adding logs three times

2nd block – trial training

- ▶ All participants receive training on how to properly heat with wood
 - The training material was developed in the project by the partners DBFZ and TFZ and presented to the participants by DBI, DBFZ and TFZ

3rd block – measurements after training

- ▶ Each participant heats an available oven using a trained procedure
 - Placing the logs and lighting the wood
 - Adding logs three times

In addition to the operating instructions, the participants had access to a selection of lighting aids and fuel in different geometric shapes. The measurements on the combustion systems were carried out based on DIN EN 13240:2005 in conjunction with DIN EN 16510-1:2018 with the participants in both untrained and trained states. Significant reductions in emissions were observed with an accompanying increase in efficiency.

Although the trial training and the resulting emission values are not representative, it does show a very clear trend. This sample shows that the training increased the awareness between action and effect for low-emission and at the same time cost-efficient operation of a fireplace stove, even among experienced stove users. In addition, the influence of the operators on emissions became clear, as even a fireplace with secondary emission reduction technology has excessively high pollutant concentrations in the exhaust gas if it is operated incorrectly. It can therefore be assumed that technical or structural emission reduction measures on fireplace stoves alone without trained users are not sufficient for low-emission heating with wood.

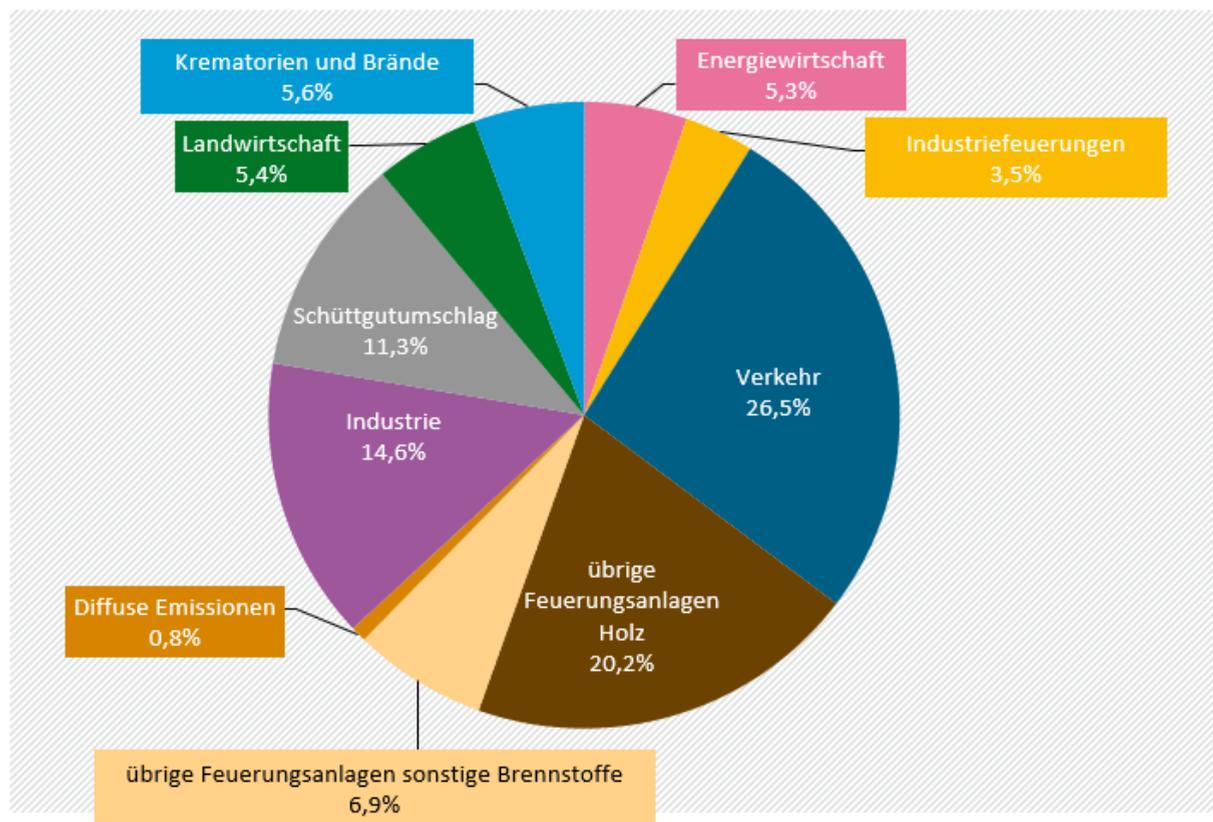
1 Erarbeitung und Umsetzung eines Schulungskonzepts

1.1 Hintergrund

1.1.1 Ausgangssituation

Kleinf Feuerungsanlagen für Holzbrennstoffe waren im Jahr 2020 für 20,2 % der Feinstaubemissionen (PM 2.5) in Deutschland verantwortlich (UBA, 2022), Abbildung 1. Ein Großteil dieser Emissionen stammt aus den 11,2 Millionen Einzelraumfeuerungsanlagen. Kleinf Feuerungsanlagen sind somit wesentlicher Emittent von Partikelemissionen in Deutschland und müssen für das Ziel der Emissionsreduzierung verstärkt in den Blick genommen werden.

Abbildung 1: PM 2.5 Emissionen in Deutschland 2020



Quelle: Umweltbundesamt: Emissionsdatenbank ZSE (Stand: 02/2022)

Das Inverkehrbringen von Einzelraumfeuerungen wird EU-weit durch die 2015 veröffentlichten Verordnungen (EU 2015/1185 und 2015/1186) zur Ökodesign-Richtlinie (2009/125/EG) und in Deutschland durch die 2010 zuletzt neu ausgefertigte Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes; 1. BImSchV) reguliert. Sowohl in den Ökodesign-Verordnungen als auch der 1. BImSchV werden Emissionsgrenzwerte vorgegeben, welche Einzelraumfeuerungen bei Typprüfungen nachweisen müssen. Die Werte orientieren sich am Stand der Technik bei Verabschiedung der Verordnungen. Davon abgesehen sind grundlegende Vorgaben zur Durchführung regelmäßiger Sichtprüfungen durch den Schornsteinfeger, Festlegungen zur Schornsteinausführung sowie eine Energieeffizienzklassifizierung für den Vertrieb der Feuerungen vorgegeben.

Durch die fortlaufende Entwicklung der Feuerungsanlagen wie auch von Emissionsminderungsmaßnahmen besteht inzwischen die Möglichkeit, Anlagen mit besserem technologischem Standard zu nutzen, was zur Minderung der Schadstoffemissionen beitragen kann. Die Einführung verbesserter Technologien wird auch durch das Umweltzeichen „Blauer Engel“ unterstützt, das seit Ende 2019 für mit Holz befeuerte Kaminöfen Verbraucher*innen entsprechende Informationen bereitstellt (RAL, 2020). Ausgezeichnet werden Anlagen, welche sich durch eine besonders gute Bedienerfreundlichkeit auszeichnen und vergleichsweise geringe Feinstaubemissionen aufweisen. Ein weiteres Zertifizierungsprogramm wurde vom TÜV SÜD veröffentlicht (TÜV SÜD, 2021). Auch wenn die genauen Vorgaben in den zwei Programmen voneinander abweichen, besteht Konsens hinsichtlich der Berücksichtigung aller Betriebsphasen (Voll- und Teillast sowie Anzündphase) bei der Bewertung sowie hinsichtlich der Vorteile von Regelungssystemen und Staubabscheidern für die Einhaltung niedrigerer Schadstoffemissionen.

Durch verschiedene Untersuchungen (Sturmlechner et al., 2019) (Mack et al., 2019) wurde dokumentiert, dass Betreiber der Feuerung auf die realen Emissionen, insbesondere bei manuell betriebenen Anlagen, einen signifikanten Einfluss haben. Entscheidend ist bspw. die Qualität des Brennstoffes, die Schichtung des Holzes in der Brennkammer, die Einstellung der Luftzufuhr in Abhängigkeit vom Abbrandzeitpunkt als auch der Nachlegezeitpunkt und die Nachlegemenge. Selbst bei Vorhandensein einfacher Regelungsfunktionen und elektronischen Bedienhinweisen, die den Nutzereinfluss mindern, bleiben Einflussfaktoren wie die Brennstoffauswahl bestehen. Zusätzlich ist es im Falle von integrierten Sensoren oder auch Abscheidern gleichermaßen wichtig, die Anlagen ordnungsgemäß zu betreiben, damit die vorgesehene Funktionsweise sichergestellt ist.

Deshalb gilt es, Kaminofenbetreibende über eine angemessene Betriebsweise der Anlagen aufzuklären, um die realen Emissionen so gering wie möglich zu halten. Dies soll im Rahmen von Nutzerschulungen realisiert werden, bei denen Kenntnisse über die Verbrennungsgrundlagen, Hintergründe zur Biomassenutzung und den richtigen Umgang mit dem Brennstoff als auch der Feuerung vermittelt werden sollen. Auch sollte die Planung der häuslichen Anlagen thematisiert werden, sowohl hinsichtlich der bedarfsgerechten Auslegung, verfügbarer Technologien als auch bezüglich Alternativen im Falle ungünstiger Umgebungsbedingungen für den Feuerungseinsatz. Ziel ist es, die realen Emissionen im Bereich von häuslichen Biomasse-Kleinf Feuerungsanlagen weiter zu senken.

1.1.2 Forschungsvorhaben Ofenführerschein

Im Rahmen des Forschungsvorhabens zur Erstellung von Schulungsmaterial zum richtigen Heizen mit Holz (sog. „Ofenführerschein“) sollte ein Schulungsprogramm mit Zielgruppe Kamin- und Ofenbesitzer*innen entwickelt und getestet werden. Die Schulungen sollen dazu beitragen, den Benutzereinfluss im Bereich der Einzelraumfeuerungsanlagen zu reduzieren. Neben der Ausarbeitung und Erprobung des Schulungsmaterials sollte auch ein Konzept zur freiwilligen Umsetzung eines Ofenführerscheins in Deutschland erstellt werden, welches im Folgenden dargestellt ist.

1.2 Vorerfahrungen

Die Relevanz des Nutzerverhaltens für die Emissionen beim Betrieb von Einzelfeuerungsanlagen sowie die Entwicklung und Umsetzung von Schulungsprogrammen wurde bereits im Rahmen

mehrerer Vorhaben adressiert die im Folgenden kurz dargestellt sind. Diese Projekte liefern wertvolle Erfahrungen für das geplante Schulungsangebot Ofenführerschein.

1.2.1 Clean Air By Biomass

Im Rahmen des Forschungsprojektes „CleanAir by Biomass“ wurde 2016- 2019 in der österreichischen Region Vorau der Effekt des Einsatzes von Biomasse-Technologien unter realen Bedingungen untersucht. In den Heizperioden wurden bei Bürgerinnen und Bürgern Abgas- und Luftqualitätsmessungen durchgeführt. Ziel dieses Monitorings war auch die detaillierte Evaluierung des Nutzerverhaltens, darunter auch die Frage, wie oft und wie lange solche Feuerungen betrieben werden. Im Zuge der Messungen wurden die jeweiligen Heizsysteme unter realen Bedingungen bewertet und die optimale Betriebsweise erarbeitet.

Durch kostenlose Wartungen bei Kachelöfen, kostenlose Heizungsinspektionen und individuelle Heizberatungen wurden eine Vielzahl der Heizungssysteme optimiert. Zur effizienteren Staubabscheidung wurden Elektrofilter (Sekundärtechnologie) installiert bzw. nachgerüstet. Parallel zu den angeführten Maßnahmen wurden Feinstaubproben auf deren Inhaltsstoffe (Kohlenstoffparameter, Benzo(a)pyren, etc.) chemisch analysiert. Mit den Besitzer*innen von vier Holzöfen wurden Schulungen zum richtigen Heizen mit Scheitholz durchgeführt.

Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass unterschiedliche Maßnahmen moderner Biomasseverbrennung wie auch richtiges Heizverhalten das Emissionsniveau aus Biomassekleinfeuerungsanlagen reduzieren können. Weiter konnte ermittelt werden, dass durch das richtige Ein- und Nachheizen eine Reduktion der Emissionen (CO, OGC, Staub) um mehr als 50 Prozent erzielt werden kann.

Die Messungen vor der Durchführung von Schulungsmaßnahmen ergaben bei Einzelraumfeuerstätten sehr hohe Emissionen von Kohlenmonoxid (CO), organischen Verbindungen (OGC) und Benzo[a]pyren (B(a)P). Nachdem die Nutzer*innen der Scheitholzöfen eine Schulung erhalten hatten wurden die Schadstoffemissionen erneut gemessen. Dabei konnten deutlich verminderte Emissionen festgestellt werden. Die CO-Emissionen gingen um 53% zurück, die OGC-Emissionen sogar um 67%. Die Feinstaubemissionen (PM) sanken um 45% bzw. 48% (Schwabl, 2020).

Auch die Anschaffung von Neugeräten kann zur Emissionsminderung beitragen. Zudem spart sich der Nutzer durch das richtige Heizverhalten oder einen Tausch von Altanlagen mittel- und langfristig erhebliche Kosten (Klima- und Energiefonds, 2022).

1.2.2 Clean Air II

Im Rahmen des Projektes „Clean Air II“ (BEST, 2023) bringt seit 2019 ein Konsortium österreichischer Think Tanks, Agenturen und Hochschulen gemeinsam mit Vertretern aus Industrie, Holzwirtschaft und Schornsteinfegerhandwerk die Erfahrungen des Projektes „Clean Air by Biomass“ in die Praxis. Unter Federführung der BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH werden in einem bürgerwissenschaftlichen Ansatz Kommunen, lokale Stakeholder aber auch Privathaushalte hinsichtlich sauberer Luft und nachhaltiger Nutzung von Biomasse informiert. Hierzu wurde eine mobile Infrastruktur geschaffen, mit der in dezentralen Workshops anhand unterschiedlicher Heizsysteme die Emissionsreduktion beim Heizen mit Holz unmittelbar erfahrbar gemacht wird. Das Projekt wird gefördert durch das Land

Steiermark und das COMET-Programm der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG).

Abbildung 2: Anhänger mit Testöfen



Quelle: BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH

1.2.3 beReal

Im Rahmen des 2013 bis 2016 durchgeführten europäischen Forschungsvorhabens „beReal“ entwickelte ein Konsortium europäischer Forschungseinrichtungen, Fachverbände und Industriepartner unter Leitung des Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ) eine neue realitätsnahe Prüfmethode für Einzelraumfeuerungen. Ziel war eine größere Übereinstimmung der Messergebnisse am Prüfstand mit den Emissionen im Praxisbetrieb. Da das Nutzerverhalten einen ausschlaggebenden Einfluss auf die Leistung und die Emissionen der Feuerstätte hat, muss eine Qualitätsprüfung auch diese Einflüsse berücksichtigen. Dies wurde mit der neuen Prüfmethode umgesetzt, die es ermöglicht, hochwertige Feuerungen zu identifizieren.

Zur Kennzeichnung entsprechender Kamin- und Pelletöfen wurde ein Gütesiegel entworfen. Dadurch erhalten Endkunden bereits beim Kauf eines Gerätes detaillierte Informationen über die Leistungsfähigkeit im praktischen Betrieb in Bezug auf Emissionen und Wirkungsgrad. Langfristig sollen die Ergebnisse des Projekts in die Normenentwicklung implementiert werden (Wirtschaftsnachrichten Süd, 2017).

1.2.4 Internet-Plattformen „Stookwijzer“ und „Stookalert“ (NL)

Die Plattform Holzrauch und Gesundheit [Platform Houtrook en Gezondheid] ist ein Zusammenschluss niederländischer Kommunen, der niederländischen Kamin- und Ofenindustrie, des Longfonds (niederländischer Gesundheitsfonds für Lungenkrankheiten) und der regionalen kommunalen Gesundheitsdienste (GGD). Die Plattform unterbreitete 2018 der niederländischen Regierung Empfehlungen zur Senkung der gesundheitlichen Risiken die von der Holzverbrennung ausgehen.

Eine der in der Folge umgesetzten Maßnahmen ist die Internet-Plattform „Stookwijzer“ (übersetzt: Heizungs-Hinweise; www.stookwijzer.nu). Nutzer*innen von Holzöfen können über die Eingabe ihrer Postleitzahl tagesaktuell erfahren, ob es aufgrund der lokalen Witterungsumstände empfehlenswert ist, mit Holz zu heizen. Dabei werden die lokale Luftqualität sowie die aktuellen lokalen Windverhältnisse berücksichtigt.

Abbildung 3: Lokale Empfehlung zum Heizen mit Holz auf der Homepage von Stook Wijzer



Quelle: Stook Wijzer, www.stookwijzer.nu

Weiter kommuniziert die Plattform Informationen zu den gesundheitlichen Belastungen, die durch Holzrauch verursacht werden können, sowie Tipps, wie das Heizverhalten angepasst werden sollte. Hierbei geht es insbesondere um die richtige Art und Weise mit Holz zu Heizen sowie um die verwendeten Materialien (nass oder trocken).

Über die Internetseite <https://www.rivm.nl/stookalert> können sich registrierte Nutzer automatisierte Warn-E-Mails zusenden lassen, wenn ihre lokalen Bedingungen für das Heizen mit Holz ungünstig sind. Auch hierbei werden lokale Luftbelastungen und Windverhältnisse berücksichtigt.

Verantwortlich für das Portal Stookwijzer sind die Stadt Nijmegen, das Niederländische Ministerium für Infrastruktur und Wasserwirtschaft sowie das Energieforschungszentrum der Niederlande. Der Warndienst „Stookalert“ wird durch das Niederländische Institut für öffentliche Gesundheit (RIVM) angeboten.

1.2.5 Initiativen zur Luftreinhaltung in British Columbia (CN)

Sowohl in den USA als auch in Kanada gelten Einbauverbote für Holzöfen, die nicht den Kriterien der US-amerikanischen Umweltbehörde (EPA, 2023) bzw. der kanadischen

Normungsorganisation (CSA Group, 2020) entsprechen. Ergänzend dazu gibt es verschiedene regionale und lokale Initiativen zur Verbesserung der Luftqualität. Diese beinhalten häufig Förderprogramme zum Abwracken bzw. Austausch alter Öfen. Darüber hinaus gibt es Informations- und Beratungsangebote, welche die Häufigkeit und die Art der Ofennutzung adressieren.

Metro Vancouver, ein Zusammenschluss von 23 Gemeinden im Großraum von Vancouver in der kanadischen Provinz British-Columbia, unterstützt die ca. 100.000 Haushalte mit Holzheizungen der Region bei der Reduzierung von Luftschadstoffen mittels

- ▶ Schulungsveranstaltungen zum richtigen Heizen mit Holz, einschließlich praktischer Übungen mit Testöfen auf einem Anhänger
- ▶ Informationen zu lokalen Luftschadstoff- und Wetterbedingungen (Metro Vancouver, 2023)
- ▶ Hotline zu lokalen Luftschadstoff- und Wetterbedingungen

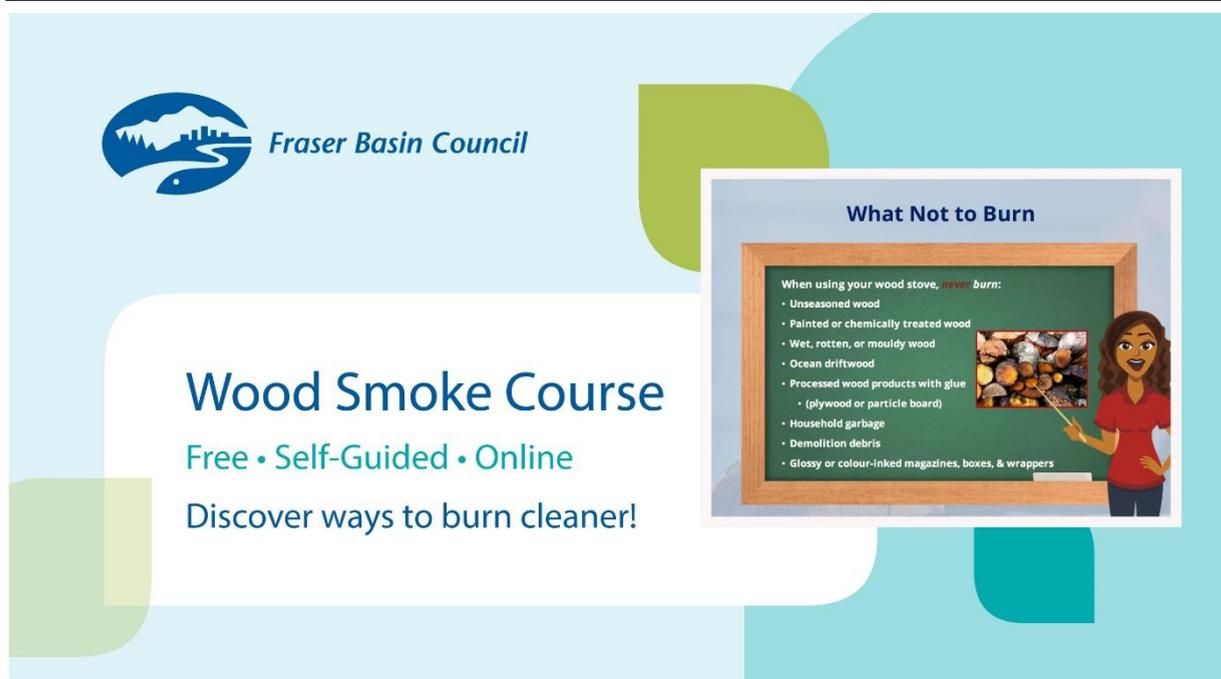
Abbildung 4: Ofenschulung in der Metropolregion Vancouver



Quelle: metrovancover.org

Darüber hinaus informieren und schulen auch Non-Profit-Organisationen mit öffentlicher Unterstützung zum richtigen Heizen mit Holz, so zum Beispiel der Fraser Basin Council mit einem detaillierten kostenfrei nutzbaren Online-Schulungskurs (Fraser Basin Council, o. D.).

Abbildung 5: Online Kurs zum Thema Holzrauch



Quelle: www.fraserbasin.bc.ca

Der Prince George Air Improvement Roundtable bietet mit dem „Master Burner Program“ eine downloadbare Power-Point-Präsentation zum Selbststudium an, die mit Unterstützung des kanadischen Umweltministeriums entwickelt wurde (PGAIR, 2015). Die 34-seitige Präsentation enthält 11 Seiten Hintergrundwissen, 10 Seiten Anwendungstipps zum richtigen Heizen mit Holz sowie 10 Seiten mit Testfragen zum Überprüfen des Lernerfolgs. Der Nachweis des Lernerfolgs ist Voraussetzung für einen Zuschuss im Rahmen des lokalen Ofentauschprogramms.

1.2.6 WWF Schulungsprogramm klima.fit

klima.fit ist ein 2016 entwickeltes Schulungsangebot des WWF zum Thema Klimawandel. Thematisch besteht zwar keine direkte Verbindung zum Thema ‚Heizen mit Holz‘, doch könnte der gelungene bundesweite Rollout beispielgebend sein für das Schulungsangebot Ofenführerschein. Dem WWF ist es gelungen, das Programm klima.fit durch eine Kooperation mit den Volkshochschulen in über 100 Städten in Deutschland anbieten zu können. Die zentral entwickelten Schulungen wurden zunächst regional, später bundesweit in Kooperation mit lokalen Volkshochschulen umgesetzt. Da die Volkshochschulen vor Ort weitgehend eigenständig agieren, kamen viele der Kooperationen über Einzelsprache der lokalen VHS zustande. Aber auch über die Landesverbände konnte das Schulungsangebot unter den lokalen VHS bekannt gemacht werden, was ebenfalls zur Verbreitung beitrug.

Mit der Webseite <https://www.klimafit-kurs.de/> hat der WWF eine zentrale Plattform etabliert, die auf alle lokalen Partner-VHS bei klima.fit verlinkt. Anmeldung und Umsetzung der Veranstaltungen erfolgen aber komplett in der Verantwortung der lokalen VHS.

1.2.7 Reutlinger Ofenführerschein

In der Stadt Reutlingen wird seit 2011 ein Schulungsprogramm mit dem Titel „Reutlinger Ofenführerschein“ erfolgreich umgesetzt (Stadt Reutlingen, o. D.). Vor dem Hintergrund lokaler

Überschreitungen der Feinstaub-Grenzwerte entwickelte das städtische Umweltamt das Schulungsangebot für Bürgerinnen und Bürger, die bereits einen Holzofen bzw. Holzheizung haben oder sich ggf. einen beschaffen möchten, um lokale Verbrennungsverbote aber auch Nachbarschaftsstreitigkeiten möglichst vermeiden zu können. Durch die nachhaltige Nutzung des lokal verfügbaren erneuerbaren Energieträgers Holz will die Stadt Reutlingen auch einen Beitrag zur Stärkung der lokalen Wertschöpfung leisten. Darüber hinaus sieht die Kommune das Schulungsprogramm als Beitrag zur Erreichung des Ziels, bis 2035 klimaneutral zu sein.

Die Federführung für den Ofenführerschein liegt beim Klimaschutzmanager der Stadt Reutlingen. Ein lokales Umweltbildungszentrum ist Partner und auch Veranstaltungsort für die Schulungen. Vor Ort steht auch ein Kaminofen für praktische Übungen zur Verfügung. Weiter sind das lokale Handwerk und Fachbetriebe als Partner eingebunden, ebenso das Kreisforstamt, der Verband Haus&Grund sowie die Robert Bosch GmbH mit ihrem Fortbildungsprogramm. Die Partner kooperieren kostenfrei bei Vorbereitung, Bekanntmachung und Umsetzung der Schulungen.

Abbildung 6: Titelseite des Faltblatts zum Reutlinger Ofenführerschein

Reutlinger Ofenführerschein 2020
► **einfach clever unterwegs beim Heizen!**

Als Initiative mit dem Reutlinger Umweltpreis ausgezeichnet!

24.01.2020 ► Clever Heizen mit Holz: die Grundlagen
01.02.2020 ► Passendes Brennholz kaufen: Gewusst wie!
07.03.2020 ► Holzheizungen gecheckt: Technik- und Kaufberatung

Weitere Infos und Anmeldung: www.klimaschutz-reutlingen.de

Quelle: Stadt Reutlingen

Die Schulung findet einmal jährlich statt. Sie ist strukturiert in drei ca. 2,5-stündige Module, die jährlich an drei Wochenenden im Zeitraum Januar bis März durchgeführt werden:

1. Clever Heizen mit Holz: die Grundlagen
2. Passendes Brennholz kaufen: Gewusst wie!
3. Holzheizungen gecheckt: Technik und Kaufberatung

Bei der Schulung stehen praktische Themen im Fokus. Hierzu gehören beispielsweise Aspekte wie Verbrennungsablauf, Feuerungsbetrieb, Ascheentsorgung und Brennstoffbeschaffung, einschließlich der Arbeitssicherheit und Brennstoffaufarbeitung im Falle eigener Beschaffung. Aber auch zum Ofenkauf, Fördermöglichkeiten bei Zentralheizungsanlagen oder zu besonders umweltschonenden Anlagen wird beraten.

Das Schulungsprogramm hat seit seiner Einführung 2011 durchschnittlich 21 Teilnehmende pro Jahr. Bis zur Pausierung des Programms aufgrund der COVID-Pandemie nahmen an den Schulungen insgesamt 147 Personen aller Altersstufen teil, wobei die Mehrheit der Teilnehmenden männlich war. Es wird eine Teilnahmegebühr von 30 € berechnet, die jedoch nicht die Kosten des Programms abdeckt. Verschiedene Leistungen werden kostenfrei durch die Kooperationspartner erbracht, die verbleibenden Kosten trägt die Stadt Reutlingen selbst.

Die Resonanz der Teilnehmenden auf die Schulungen war bislang sehr positiv. Da die Teilnahme an der Schulung freiwillig ist, nehmen Personen, die dieser Art Schulungen kritisch gegenüberstehen, bislang eher nicht daran teil. Bei einigen der Teilnehmenden ist die geplante Neubeschaffung oder der Austausch eines Kaminofens ein wichtiger Grund für die Teilnahme. Das Bewusstsein der Teilnehmenden für die Feinstaubproblematik ist eher wenig ausgeprägt. Nachbarschaftsprobleme spielen bei der Entscheidung für eine Teilnahme nur eine untergeordnete Rolle.

Eine Auswertung, ob und inwieweit die Schulungen Einfluss auf die Beschwerdeanzahl in Nachbarschaften mit viel Holzfeuerungen oder die Feinstaubemissionen in Reutlingen reduziert haben, liegt bislang nicht vor.

1.2.8 Schulungsangebot "Richtig Heizen mit Holz" des HKI

Der HKI Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik e.V. bietet seit 2022 in Kooperation mit dem Deutschen Städte- und Gemeindebund ein bundesweites Schulungsangebot mit dem Titel "Richtig Heizen mit Holz" an. Das kostenlose Schulungsangebot richtet sich an Bürgerinnen und Bürger. Themen der ca. 90-minütigen Schulung sind laut Pressemitteilung (HKI, 2022) unter anderem die "richtige Wahl der Brennstoffe, das emissionsarme Anzünden, die Phasen der Verbrennung bis hin zur Entsorgung der Asche".

Laut Auskunft des HKI¹ ist das Angebot zunächst für die Jahre 2022 und 2023 vorgesehen.

1.2.9 Ofenführerschein der Ofenakademie

Seit 2022 bietet die privatwirtschaftlich organisierte "Ofenakademie" (Smart Forward Minds, 2022) Online-Schulungen zum richtigen Heizen mit Holz an. Der Kurs richtet sich an Personen, die einen Ofen oder Kamin besitzen oder die Anschaffung eines Ofens oder Kamins planen. Die Schulung, die ebenfalls den Titel Ofenführerschein trägt, ist ein Videokurs, der über eine E-Learning-Plattform besucht werden kann. Der Kurs hat eine Dauer von ca. 90 Minuten und

¹ Telefonischer Austausch im Januar 2023

umfasst unter anderem die Themen Nachhaltiger Brennstoff, effizienter Betrieb sowie Sicherheit, Reinigung und Wartung. Die Online-Schulung beinhaltet einen Test, nach dessen erfolgreichem Abschluss man ein persönliches Zertifikat erhält.

Die Ofenakademie bietet den kostenpflichtigen Kurs sowohl Einzelpersonen wie auch Kommunen an, die dann ihren Bürger*innen den Kurs kostenfrei ermöglichen können. Die Schulungsunterlagen werden kontinuierlich weiterentwickelt.

1.3 Zielstellung des Schulungskonzepts, Anforderungen

Die inhaltliche Zielstellung des UBA-Ofenführerscheins ist es, einen bewussten und sorgsamen Umgang mit dem Brennstoff Holz zu erreichen. Gleichzeitig soll der Ofenführerschein nicht dazu dienen, dass sich mehr Haushalte einen Ofen anschaffen, bzw. dass mehr Holz in Öfen verbrannt wird.

Mit dem Ofenführerschein soll ein geeignetes Instrument etabliert werden, die Emissionen bei bestehenden Feuerungsanlagen zu verringern. Bei einer geplanten Neuanschaffung einer Feuerungsanlage kann der Ofenführerschein dazu dienen die richtigen Weichen zu stellen, eine emissionsarme Feuerstätte zu erwerben. Zudem soll auch über die negativen Folgen von Luftverschmutzung in der Nachbarschaft (ganz allgemein) aufgeklärt werden, um hier ein entsprechendes Bewusstsein zu schaffen.

Das nachfolgende Schulungskonzept legt dar, wie das Schulungsangebot Ofenführerschein mit möglichst großer Wirkung deutschlandweit bekannt gemacht und lokal ausgerollt werden kann.

Die Konzeptentwicklung erfolgte zum einen über Literaturrecherchen, wobei insbesondere Publikationen zu thematisch ähnlichen Schulungsangeboten sowie Modellvorhaben zu berücksichtigen waren. Des Weiteren wurden mehrere Experteninterviews geführt, über welche insbesondere die Bereitschaft verschiedener Akteursgruppen ermittelt wurde, sich an der Bewerbung oder Umsetzung des Ofenführerscheins zu beteiligen.

Teil des Konzepts sind auch Handreichungen für Kommunen, die diese bei der lokalen Etablierung des Schulungsangebots unterstützen.

Die folgenden Anforderungen waren grundlegend für das zu entwickelnde Schulungskonzept.:

- ▶ Kommunen oder Städte können den „Ofenführerschein“ auf freiwilliger Basis einführen; die Umsetzung der Schulungen erfolgt in lokaler / kommunaler Verantwortung.
- ▶ Das Schulungsmaterial sowie ergänzende Handreichungen sollen hierzu als OpenSource-Dokumente kostenfrei verfügbar gemacht werden (per Download); eine zentrale oder regionale Koordination der Schulungen ist nicht vorgesehen.
- ▶ Eine Umsetzung der Schulungen durch gewerbliche Akteure soll möglich sein. Eine möglicherweise damit verbundene Zweckentfremdung der mit öffentlichen Mitteln erstellten Dokumente (z.B. im Kontext von Marketingaktivitäten) wird durch schriftliche Hinweise in den Unterlagen untersagt. Die Bereitstellung der Unterlagen auch an gewerbliche Akteure erfolgt auf Vertrauensbasis, das UBA behält sich die Kontrolle des Verbots jedoch vor.
- ▶ In den Schulungsunterlagen und im Konzept soll ein praktischer Teil mit der Befuerung von Testöfen enthalten sein. Eine Umsetzung soll aber auch ohne den praktischen Teil möglich sein, sofern keine geeigneten Räumlichkeiten vor Ort verfügbar sind.
- ▶ Die Schulung kann auch als Online-Kurs durchgeführt werden.

1.4 Bundesweite Etablierung des Schulungsangebots

Zur Erreichung einer breiten Umsetzung und Teilnahme am Ofenführerschein ist die Unterstützung und Bewerbung des Angebots auf überregionaler Ebene ein notwendiger erster Schritt. Mit der Bereitstellung der Schulungsunterlagen durch das UBA soll ein dauerhaftes Informations- und Schulungsangebot zum Thema Heizen mit Holz etabliert werden. Inwieweit es darüber hinaus eine fortlaufende aktive Öffentlichkeitsarbeit – zum Beispiel über Pressearbeit oder Informationsveranstaltungen – geben wird, ist noch unklar. Umso notwendiger erschien es den Autor*innen, bereits in der Konzeptionsphase wichtige Akteure als ideelle Unterstützer und Multiplikatoren „ins Boot zu holen“, die das Schulungsangebot im Kreise ihrer Mitglieder ebenfalls bewerben.

1.4.1 Name des Schulungsangebots

„Ofenführerschein“ war zu Beginn der Konzepterstellung noch ein Arbeitstitel. In seiner Analogie zu anderen Führerscheinen (Fahrzeuge, Kettensägen, Angeln) könnte dieser Begriff in der Außenkommunikation zu Missverständnissen führen:

- ▶ Verpflichtendes offizielles Dokument als Voraussetzung (Erlaubnis) zur Befuerung von Holzöfen: Dies widerspräche der Freiwilligkeit der Schulungsteilnahme
- ▶ Personen der Zielgruppe könnten mit Unverständnis darauf reagieren, dass man ihnen die Befuerung ihres Ofens nicht vertraue

Dem entgegen steht die verbreitete Verbindung des Begriffs Führerschein mit dem Konzept „da lerne ich, wie es richtig geht“. Auch ist der Erwerb des Autoführerscheins für viele Personen ein positiv konnotierter Meilenstein an der Grenze zum Erwachsenwerden. Im Modellvorhaben in Reutlingen, das den Namen Ofenführerschein seit vielen Jahren nutzt, gab es nach Aussage der Kommune bislang keinerlei negative Reaktionen auf den Begriff. Daher wurde der Arbeitstitel „Ofenführerschein“ als Name des Schulungsangebots schlussendlich übernommen.

1.4.2 Bereitstellung der Schulungsunterlagen

Die Schulungsunterlagen sollen auf der Internetseite des UBA interessierten Kreisen (insbesondere Kommunen) kostenfrei angeboten werden. Unterlagen, die grundsätzliche Informationen zum Schulungsangebot und dessen lokaler Etablierung geben, sollen unmittelbar zum Download verfügbar sein, um interessierten Kommunen möglichst niederschwellig die Möglichkeit zu geben, sich über den Ablauf zu informieren. Hierzu zählen beispielsweise der Leitfaden für Kommunen oder die Faltblätter zum Ofenführerschein. Der aktuelle Vorschlag zur Bereitstellung der Schulungsunterlagen besteht darin, die eigentlichen Schulungsunterlagen nicht direkt zum Download anzubieten, sondern dass diese über die Webseite des UBA angefordert werden können. Interessenten bekommen anschließend vom UBA den Downloadlink per E-Mail zugesandt. Dies wird es dem UBA erlauben, die Interessenten später über Aktualisierungen zu informieren oder sie zu Zwecken der Evaluierung nochmals kontaktieren zu können. Dieser möglichen Kontaktierung müssen die Interessenten zustimmen, wenn sie den Downloadlink anfragen. Damit einhergehend besteht die Möglichkeit eine Zweckentfremdung der Schulungsunterlagen über eine Bestätigung der Nutzungsbedingungen auszuschließen sowie notwendige Fähigkeiten und/ oder Kenntnisse für eine Schulung zu bestätigen. Druckexemplare oder Materialien zum Versenden werden durch das UBA nicht vorgehalten.

Um eine möglichst hohe Verbreitung des Schulungsangebots zu befördern, sollen weitere relevante Akteure dazu angesprochen und motiviert werden, auf ihren Webseiten auf die Seite des UBA zu verlinken.

1.4.3 Relevante Akteursgruppen und Multiplikatoren

Für die lokale Umsetzung des Ofenführerscheins bedarf es der Mitwirkung von Akteuren auf vier Ebenen:

- ▶ Lokale Organisatoren (z.B. Umweltämter, Klimaschutzbeauftragte der Kommunen); ggf. lokale Volkshochschulen
- ▶ Lokale Weiterbildungs- / Kompetenzträger, in deren Räumlichkeiten die Schulungen umgesetzt werden können
- ▶ Referent*innen, die die Schulungen kompetent umsetzen können
- ▶ Kamin- und Ofenbesitzer*innen als Teilnehmende der Schulungen

Bezüglich aller genannten Akteursgruppen wurden überregional agierende Verbände kontaktiert, um diese als ideale Partner bei der Bekanntmachung des Angebots zu gewinnen.

Auf Ebene der Kommunen waren dies der Deutsche Städtetag (DST) sowie der Deutsche Städte- und Gemeindebund (DStGB), im Bereich der Weiterbildungsträger wurden Gespräche mit dem Deutschen Volkshochschulverband (DVV) und dem VHS-Servicezentrum Berlin geführt.

Für die Identifikation potenzieller Referent*innen für die lokalen Schulungen gab es einen konstruktiven Austausch mit dem Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband (ZIV), dem Energieberaterverband – Bundesverband e.V. (GIH) sowie dem Bundesverband der Energie- und Klimaschutzagenturen Deutschlands (eaD).

Weiter signalisierten auch die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) sowie Haus&Grund Deutschland als Interessengemeinschaft privater Haus-, Wohnungs- und Grundstückseigentümer*innen die Bereitschaft, den Rollout des Programms ideell zu unterstützen.

Alle genannten Verbände unterstützen die Idee der Schulungen und sind bereit, im Kreise ihrer Mitglieder auf das Schulungsangebot hinzuweisen, sobald die Unterlagen veröffentlicht sind. Dies kann im Rahmen von Gremiensitzungen, über die Verbands-Webseiten, soziale Medien sowie Mitgliederzeitschriften oder Newsletter der Verbände erfolgen. Eine finanzielle Unterstützung der Schulungen war jedoch nicht Bestandteil der ideellen Partnerschaft.

Gleichzeitig ist zu betonen, dass die genannten Verbände selbst keine lokalen Aktivitäten unterstützen oder umsetzen können. Ihre Rolle ist es, unter ihren jeweiligen Mitgliedern das neu etablierte Schulungsangebot bekannt zu machen. Hierbei gilt es dann aufzuzeigen, in welcher Rolle die Mitglieder der Verbände bei den lokalen Schulungen mitwirken können.

1.5 Lokale Umsetzung des Ofenführerscheins

Die folgenden Kapitel stellen dar, wie eine Umsetzung des Ofenführerscheins in Form lokaler Präsenz-Veranstaltungen konzipiert, organisiert und umgesetzt werden kann. Alternativ ist es auch denkbar, Ofenführerschein-Schulungen komplett digital (ohne Praxis-Teil) durchzuführen. Diese Variante ist in Kapitel 1.7 beschrieben.

1.5.1 Die Kommune als Initiator

Das Schulungsangebot Ofenführerschein richtet sich primär an Städte, Landkreise und Gemeinden und ist konzipiert als freiwilliges Instrument im Kontext kommunaler Luftreinhaltung.

Frühere Feldstudien sowie die Probeschulungen im Rahmen dieses Forschungsvorhabens (vgl. Kapitel 3) haben aufgezeigt, dass bei Holzöfen bis zu 50% der gesundheitsschädlichen Emissionen durch richtiges Nutzerverhalten vermieden werden können (Sturmlechner et al., 2019) bzw. dass bei einer Fehlbedienung eines modernen Scheitholz-Kaminofens der Schadstoffausstoß auf mehr als das Fünffache eines sachgemäßen Betriebs ansteigen kann (Mack et al., 2019). In diesem Sinne leisten Nutzerschulungen, sofern Kamin- und Ofenbetreiber in großer Zahl daran teilnehmen, einen wertvollen Beitrag zur lokalen Emissionsminderung von gesundheitsgefährdenden Luftschadstoffen

Die Autor*innen sehen auch die Möglichkeit, dass Ofenführerschein-Schulungen insbesondere in prädikatisierten Orten (z.B. Heilbäder, Luftkurorte) dazu beitragen könnten, das Prädikat zu erhalten, beizubehalten oder zu stärken. So fordern die einschlägigen Begriffsbestimmungen für Luftkurorte (DTV & DHV, 2005) zunächst eine Luftqualitätsbeurteilung, welche u.a. die Heizungsemissionen betrachtet. Im weiteren Prozess folgt ein Luftqualitätsgutachten, mit welchem Luftkurorte nachweisen müssen, dass für ausgewählte Indikator Kenngrößen (darunter NO₂, Grobstaub, Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5} und Ruß) nur maximal 60% des aktuell geltenden Grenzwerte für die Luftqualität (39. BImSchV) zu erwarten sind.

In Kommunen, in denen es bereits vermehrt Beschwerden über lokal zu hohe Emissionen gegeben hat, könnten Ofenführerschein-Schulungen auch ein Instrument des Konfliktmanagements sein.

Nach der Entscheidung einer Kommune, lokale Schulungen zum Ofenführerschein anzubieten, bedarf es auf mehreren Ebenen organisatorischer Vorbereitungen, für die mehrere Monate Vorlaufzeit vor Beginn der Schulung eingeplant werden sollten. Die folgenden Unterkapitel betrachten die zentralen Themen zur lokalen Organisation des Ofenführscheins. Bei einer virtuellen Umsetzung des Ofenführscheins entfallen einige der adressierten Unterkapitel.

1.5.2 Schulungsorte und -partner

Die modularen Schulungsmaterialien zum Ofenführerschein sehen neben zwei Theoriemodulen, die in normal ausgestatteten Seminarräumen umgesetzt werden können, auch ein Modul mit praktischen Übungen, ggf. einschließlich der Befuerung eines Testofens, vor.

Es wird empfohlen, bei der Wahl der Einrichtung, mit der die Schulungen lokal organisiert werden sollen, die Umsetzbarkeit der praktischen Übungen nach Möglichkeit sicherzustellen. Aber auch eine Aufteilung der Theorie- und Praxismodule auf zwei verschiedene Veranstaltungsorte ist denkbar. Auch eine Umsetzung ohne einen Praxisteil ist möglich.

1.5.2.1 Lokale Weiterbildungsträger

Vor Ort ansässige Weiterbildungsträger (z.B. Volkshochschulen²) können Räumlichkeiten für die zwei Theoriemodule bereitstellen und auch bei der Organisation des Schulungsangebots sehr

² Lokale Volkshochschulen können auch unabhängig von der Kommune entscheiden, den Ofenführerschein in ihr Programm aufzunehmen. Insofern sind sie potenziell auch selbst Initiatoren von Ofenführscheinschulungen.

hilfreich sein. Zu klären wäre, ob sie darüber hinaus auch über Räumlichkeiten mit Testöfen für das Praxismodul verfügen.

1.5.2.2 Schornsteinfegerhandwerk

Ein naheliegender Partner, der über Testöfen verfügt, ist das Schornsteinfegerhandwerk. Der Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks sieht sehr gute Chancen, dass in den Schulungszentren der ca. 60 regionalen Innungen die Praxismodule umgesetzt werden könnten, dies soll den Innungen auch empfohlen werden. Zudem sind dort auch Seminarräume vorhanden. Auf die Kontaktliste der Innungen (ZIV, 2024) wird auch im Ofenführerschein-Leitfaden für die Kommunen verlinkt.

Bezüglich der praktischen Übungen mit Befuerung sind die Anforderungen folgender Verordnungen bzw. Richtlinien einzuhalten:

- ▶ Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen (DGUV, 2011)
- ▶ Unfallverhütungsvorschrift: Grundsätze der Prävention (DGUV, 2013)
- ▶ Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)
- ▶ Arbeitsstättenrichtlinien (ASR), welche die ArbStättV konkretisieren; besonders relevant:
 - ASR A2.2 "Maßnahmen gegen Brände" (BAuA, 2018)
 - ASR A3.6 "Lüftung" (BAuA, 2012) sowie
 - ASR A4.3 "Erste-Hilfe-Räume, Mittel und Einrichtungen zur Ersten Hilfe" (BAuA, 2010)

In den Schulungszentren des Schornsteinfegerhandwerks sind diese Anforderungen erfüllt.

Sofern vor Ort eine Testbefuerung nicht unter Einhaltung der genannten Sicherheitsvorschriften organisiert werden kann, ist – als Plan B – auch eine Schulung ohne Befuerung möglich. Im Sinne eines attraktiven und lehrreichen Angebots, das auch gerne weiterempfohlen wird, sollte dies jedoch nicht der Regelfall sein.

Der Praxisbezug kann auch durch weitere Materialien gestärkt werden, die ohne tatsächliche Befuerung auch in normalen Seminarräumen zur Veranschaulichung der Schulungsinhalte eingesetzt werden könnten:

- ▶ Anzündersortiment
- ▶ Anzündholz (kommerziell verfügbares)
- ▶ Anzündauflage-Brennstoff-Sortiment
- ▶ Rindenbriketts (als Negativbeispiel)
- ▶ Scheite mit Gewichtsangabe zur Demonstration von Nachfüllmassen (Erraten des Gewichts)
- ▶ Proben von unterschiedlichen Abgaspartikeln (Mineralisch/Ruß, Teer)
- ▶ Reparatur-Kit
- ▶ Brennstoffauflage (Anzahl und Größe der Scheite in Verbindung zur Leistung des Ofens)

Auch die Feuerzeugmethode zum Überprüfen der Dichtigkeit sowie der Einsatz eines Schnellbestimmungs-Geräts für den Wassergehalt wären in normalen Räumlichkeiten demonstrierbar.

Das Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ) wird interessierten Kommunen auf Nachfrage Musterpakete mit den genannten Materialien zur Verfügung stellen.

1.5.2.3 Privatwirtschaftliche Partner

Eine weitere Option für die Umsetzung von Übungen am heißen Ofen kann in der Zusammenarbeit mit lokalen Unternehmen bestehen, beispielsweise dem Ofen- oder Brennstoffhandel, soweit diese über Testöfen verfügen. Eine solche Kooperation kann darüber hinaus auch für die bessere lokale Bekanntmachung des Schulungsangebots in der Zielgruppe Ofenbesitzer*innen hilfreich sein. Auch als Element der lokalen Wirtschaftsförderung können solche Kooperationen als vorteilhaft angesehen werden.

Die umsetzenden Kommunen müssen jedoch sicherstellen, dass das Wettbewerbsrecht eingehalten wird. Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, dass bei solchen Kooperationen sichergestellt wird, dass das öffentliche Schulungsangebot und ggf. Marketingaktivitäten der Partner nicht miteinander vermischt werden, zum Beispiel durch Einbindung unabhängiger Referent*innen für die Schulung.

Grundsätzlich kann die Einbeziehung verschiedener Fachleute (neben Referent*in) die Schulung auflockern und abwechslungsreicher machen. Auch können ggf. ausgewählte fachliche Inhalte von Dritten noch besser präsentiert werden. Hierzu können lokale Netzwerke aufgebaut werden, z.B. über Einbeziehung von Fachleuten von Brennstoffherstellern, Ofenherstellern oder Schornsteinfegerinnungen.

1.5.3 Schulungsleitung / Fachexpertise

Die Auswahl der lokalen Schulungsleitung und die Festlegung der Anforderungen an deren Qualifikation obliegt den Kommunen. Empfohlen wird, dass insbesondere Personen angesprochen werden, die aufgrund ihrer technischen Ausbildung, ihres ingenieurtechnischen Studiums oder ihrer beruflichen Tätigkeit über Expertise im Bereich Gebäudetechnik, Verbrennungsprozesse und/oder Immissionsschutz verfügen. Spezifische Fachkenntnis zu Holzöfen ist dabei wünschenswert, aber keine Voraussetzung.

Soweit lokal die Zusammenarbeit mit einem Weiterbildungsträger vorgesehen ist, sollte zunächst geprüft werden, ob dieser über Kontakte zu Referent*innen verfügt, die die genannten Voraussetzungen erfüllen. Alternativ wird empfohlen, Personen aus dem Schornsteinfegerhandwerk oder der Energieberatung lokal anzusprechen:

- ▶ Schornsteinfeger*innen (Suche z.B. über <https://www.schornsteinfeger.de>)
- ▶ Energieberater*innen (PLZ-Suche über www.energie-effizienz-experten.de)
- ▶ ggf. Expert*innen der lokalen Energie- / Klimaschutzagentur

Ergänzend wird empfohlen, dass die Schulungsleitenden zur Vorbereitung auf die Ofenführerschein-Schulung, das Curriculum sowie die bereitgestellten Schulungsmaterialien an einer halbtägigen digitalen Train-the-Trainers Veranstaltung teilnehmen, die vom Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ) sowie dem Deutschen Biomasseforschungszentrum (DBFZ) im ungefähren jährlichen Rhythmus kostenfrei angeboten wird.

1.5.4 Kommunikationskonzept und Teilnehmer*innen-Ansprache

Ein zentrales Ziel der Ofenführerschein-Schulungen ist die Verbesserung der lokalen Luftqualität durch bewussteres und emissionsarmes Heizen mit Holz. Ein solcher Effekt wird sich nur dann messbar einstellen, wenn eine ausreichend große Zahl lokaler Ofenbesitzer*innen entweder an den freiwilligen Schulungen teilnimmt oder von Teilnehmenden die Empfehlungen weitergereicht bekommt.

Vor diesem Hintergrund spielt die Motivation der Zielgruppe eine große Rolle. Hierfür ist zu berücksichtigen, was Menschen dazu veranlassen oder motivieren könnte, freiwillig an Wochenenden oder Abenden in ihrer Freizeit an einer solchen Schulung teilzunehmen?

1.5.4.1 Intrinsische und extrinsische Motivation

Zu unterscheiden sind hierbei intrinsische- und extrinsische Motive. Intrinsisch motiviertes Verhalten kann man auch als interessenbestimmt charakterisieren.

„Intrinsische Motivation beinhaltet Neugier, Exploration, Spontaneität und Interesse an den unmittelbaren Gegebenheiten der Umwelt. Evident wird sie im Bestreben, eine Sache voll und ganz zu beherrschen“ (White, 1959)

Bei extrinsischen Motiven werden Handlungen mit instrumenteller Absicht durchgeführt, um eine von der Handlung separierbare Konsequenz zu erlangen, beispielsweise der Besuch einer Behörde zur Beantragung eines Reisepasses.

Intrinsische und extrinsische Motivation sind jedoch nicht als Gegensätze zu verstehen (freudvolle Lust vs. lästige Pflicht). Zwar konnte in Studien nachgewiesen werden, dass ein Verhalten eher dann langfristig beibehalten wird, wenn es mit einem hohen Maß an Selbstbestimmtheit einhergeht, welche grundlegend für die intrinsische Motivation ist.

In dem Maße jedoch, wie der Fremdbestimmung (im obigen Beispiel: die Pflicht zu einem gültigen Reisedokument) auch starke eigene Interessen (Reiselust) gegenüberstehen, wird der Behördengang weniger als Last, sondern als freudvoller Teil der Reisevorbereitung empfunden.

Um das Interesse an einer Teilnahme am Ofenführerschein zu wecken und die Lerninhalte möglichst langfristig zu etablieren, sollten in der Ansprache der Haushalte möglichst Motive mit starkem intrinsischem Anteil adressiert werden, z.B.:

- ▶ Die Freude am (richtigen) Heizen mit Holz
- ▶ Verantwortungsgefühl für sich und die Familie: Gesundheitsschutz, Sicherheit
- ▶ Verantwortungsgefühl für Dritte: Umwelt- und Klimaschutz

Extrinsische Motive können zwar ebenfalls wichtig sein, sollten aber nicht ins Zentrum der Ansprache gestellt werden:

- ▶ Brennstoffeinsparung
- ▶ Geldsparen
- ▶ (Anerkennung über) Zugehörigkeit zur Gruppe der Umwelt- / Klima- / Gesundheitsschützer
- ▶ Abschlusszertifikat der Schulung

- ▶ umweltpolitisches Ziel der kommunalen Feinstaubreduzierung
- ▶ Nachbarschaftsbeschwerden vermeiden/ lösen

In der Zielgruppenansprache sind in- bzw. extrinsische Motivquellen differenziert zu berücksichtigen und in Botschaften zu überführen. Zum Transport dieser Botschaften sind geeignete Ansprache-Instrumente und -Kanäle zu berücksichtigen.

1.5.4.2 Lokale Bewerbung der Schulungen

Für die Bewerbung des Schulungsangebots und ggf. die Unterstützung der Umsetzung wird die frühzeitige Einbindung lokaler bzw. regionaler Partner empfohlen. Insbesondere folgende Kommunikationskanäle kommen für die Gewinnung von Teilnehmer*innen in Frage:

- ▶ Veranstaltungskalender des lokalen Schulungspartners / Schulungsorts (Semesterprogramm)
- ▶ Veranstaltungshinweis der Kommune selbst im Rahmen ihrer Bürger*innenkommunikation, z. B. über
 - Internet: Stadt-/Kreisportal; Soziale Netzwerke
 - Kommunale Veranstaltungskalender
 - Aushänge
- ▶ Hinweise über Vereine oder Verbände, die als lokale Partner gewonnen werden und welche Hauseigentümer*innen unter ihren Mitgliedern haben. Als Medien kommen hier Mitgliederzeitschriften oder Newsletter in Frage, aber auch Meldungen über deren Internetseiten oder Social-Media-Kanäle. Als lokale Partner könnten beispielsweise angesprochen werden:
 - Bürger- / Stadtteilvereine in Gebieten mit vielen Ein- und Zweifamilienhäusern
 - Ortsverein des Hausbesitzerverbands „Haus & Grund“
- ▶ Gestaltung und Druck eines Faltblatts zum Schulungsangebot; Verbreitung über
 - Postwurfsendung in Briefkästen von Ein- und Zweifamilienhäusern, ggf. mit Fokus auf Stadtteile mit erhöhter Feinstaub-Problematik
 - Postwurfsendung im Zusammenhang mit Schornsteinfegerarbeiten (Kehrung- und Überprüfung der Feuerstätte/ Feuerstättenschau)
 - Beilage zu Grundsteuerbescheiden
 - Auslage bei lokalen Unternehmen mit Bezug zum Thema Heizen mit Holz (z.B. Ofenstudios, Baumärkte, Brennstoffhandel, Wochenmärkte)
- ▶ Produktion eines Roll-Ups, das im Rathaus oder bei lokalen Veranstaltungen aufgestellt werden kann

Sofern unsicher ist, ob die genannten Maßnahmen für die Ausbuchung aller Schulungsplätze ausreichend sind, können auch Aktivitäten der Presse- und Medienarbeit umgesetzt werden, beispielsweise

- ▶ Versand einer Pressemitteilung an lokale Medien anlässlich des Beginns der Anmeldung; ggf. eine weitere anlässlich des Beginns oder Abschluss' der Schulungen
- ▶ Anzeigen in Tages- und Wochenzeitungen, einschließlich ihrer Onlineausgaben
- ▶ Ankündigung über lokalen / regionalen Radiosender
- ▶ Ankündigungen über lokale Online-Medien (z.B. Nebenan.de), Social-Media-Kanäle, regionale Online-Marktplätze (z.B. eBay Kleinanzeigen)
- ▶ Direkte Ansprache und Bewerbung durch das Schornsteinfegerhandwerk

1.5.4.3 Abfrage der Motivation vor Schulungsbeginn

Es kann hilfreich sein, die Teilnehmer*innen nach der Anmeldung mit einem kurzen Fragebogen zu ihrer Motivation für die Teilnahme und ihren Erwartungen an die Schulung zu befragen. Die Ergebnisse sollten der Schulungsleitung einige Zeit vor Schulungsbeginn ausgehändigt werden, so dass in der Schulung jene Punkte, an denen besonders häufig Interesse geäußert wurde, mehr Raum erhalten können.

1.6 Kosten und Finanzierung

Die lokale Umsetzung des Ofenführerscheins ist in der Regel eine umweltpolitische Maßnahme der Kommune, für welche ausreichende Ressourcen einzuplanen sind. Hierzu werden nachfolgend überschlägig die Personalaufwände sowie finanziellen Mittelbedarfe dargestellt, die für die Organisation eines Ofenführerschein-Schulungsangebots voraussichtlich erforderlich sein werden. Weiter werden Finanzierungsoptionen aufgezeigt, über welche die Nettokosten der Kommune reduziert werden können. Ein kompletter Ausgleich der Kosten durch Teilnahmebeiträge und Drittfinanzierung (Stiftungen, pro-bono Leistungen von Partnern, Sponsoring) wird jedoch kaum erreichbar sein.

1.6.1 Kosten

Der Aufwand für Initiierung, Konzeption und Vorbereitung des Schulungsangebots fällt vor allem im ersten Jahr der Umsetzung an und wird bei Folgeumsetzungen deutlich geringer ausfallen, wenn das organisatorische Gerüst bereits etabliert ist. Personalaufwand und Drittkosten sind insbesondere für folgende Aufgaben einzuplanen:

Vorbereitung, Beschlussfassung

- ▶ Einarbeitung in Unterlagen
- ▶ Vorbereitung der verwaltungsinternen Beschlussfassung zur Umsetzung eines lokalen Ofenführerscheins

Konzeption

- ▶ Veranstaltungsort(e): Recherche, Beauftragung, organisatorische Abstimmungen
- ▶ Schulungsleitung: Recherche / Ansprache möglicher Referent*innen, Beauftragung, organisatorische Abstimmungen
- ▶ Zeitplanung

Bekanntmachung / Bewerbung

- ▶ Gewinnung von lokalen Partnern (Stadtteilvereine, lokale Unternehmen) zur Bekanntmachung des Angebots
- ▶ Erstellung von ÖA-Materialien (Faltblatt, Roll-up-Poster)
- ▶ Ggf. Pressemitteilung, Anzeigenschaltungen, Social-Media-Beiträge

Umsetzung der Schulungen

- ▶ Praktische Vorbereitung der Schulungen: Unterlagen für Teilnehmende (Tischvorlagen / Handouts), Technik, ggf. Catering
- ▶ Abstimmungen mit Veranstaltungsort und Schulungsleiter und ggf. weiteren Akteuren
- ▶ Teilnahme-Management: Verwaltung der Anmeldungen, Controlling der Zahlungen der Teilnahme-Beiträge, Schriftverkehr
- ▶ Teilnahme / Mitwirkung bei Schulungen
- ▶ Nachbereitung: Auswertung Feedback-Bögen, Abrechnung Referent*innen und Veranstaltungsort, Beantwortung von Fragen im Nachgang

Tabelle 1 stellt die ungefähren Aufwände und Kosten der Planung und Umsetzung einer lokalen Ofenführerschein-Schulung dar. Zu beachten ist hierbei:

- ▶ Die genauen Kosten und Aufwände können abweichen, auch abhängig vom gewählten Umfang an Aktivitäten
- ▶ Einnahmen (z.B. durch Teilnahmebeiträge) sind noch nicht enthalten und können einen Teil der Kosten ausgleichen

Tabelle 1: Aufwands- und Kostenschätzung lokaler Umsetzung Ofenführerschein

	Jahr 1		Ab Jahr 2 (pro Jahr)		Art der Sachkosten
	Personalaufwand (in PT)	Sachkosten (in EUR)	Personalaufwand (in PT)	Sachkosten (in EUR)	
Vorbereitung, Beschlussfassung	4-5 PT		1-2 PT		
Konzeption	4-5 PT		1-2 PT		
Bekanntmachung , Bewerbung	5-6 PT	800 - 1.000 €	4-5 PT	600-800 €	Grafik, Druck, ggf. Anzeigen
Umsetzung der Schulungen	6-7 PT	2.000 – 3.000 €	3-4 PT	2.000 – 3.000 €	Honorare, Mieten, ggf.

	Jahr 1		Ab Jahr 2 (pro Jahr)		Art der Sachkosten
					Catering
Summe	19-23 PT	2.800 – 4.000 €	9-13 PT	2.600 – 4.000 €	

1.6.2 Finanzierungsoptionen

1.6.2.1 Öffentliche Finanzierung

Im Regelfall erfolgt die lokale Umsetzung des Ofenführerscheins auf Initiative der Kommune im Kontext ihrer Verantwortung für die Überwachung der Emissionen von kleinen und mittleren Feuerungsanlagen gemäß 1. BImSchV. Vor diesem Hintergrund ist es naheliegend, dass ein entsprechendes Budget (Personal- und Sachkosten) bei der zuständigen städtischen Verwaltung (i.d.R. Umweltamt) bereitgestellt wird.

Es steht der Kommune auch frei, die Vorbereitung und Umsetzung der Schulungen in die Hände Dritter zu geben. Entweder an eine andere (teil)städtische Einrichtung (z.B. Energie- / Klimaschutzagentur, Volkshochschule oder anderer kommunaler Weiterbildungsträger) oder in einem Vergabeverfahren an einen externen Dienstleister. Die Möglichkeit einer virtuellen Umsetzung des Ofenführerschein durch online Schulung/ online Angebote und deren anschließende (Teil- oder Voll-) Finanzierung besteht ebenfalls. Wird hier aber nicht weiter betrachtet.

1.6.2.2 Stiftungen

Es gibt in Deutschland zahlreiche Stiftungen, die Maßnahmen im Kontext Umweltschutz und Umweltbildung fördern. Die Webseite des Bundesverbands Deutscher Stiftungen (o. D.) stellt einen Überblick sowie eine Suchfunktion bereit. Dies sind teils öffentliche, teils private Stiftungen. Nicht immer ist Kommunen die Antragstellung gestattet.

Bei Förderanträgen an Stiftungen ist zu beachten, dass Vorhaben selten dauerhaft gefördert werden, die Förderdauer beträgt in der Regel 1-3 Jahre. Auch ist zu berücksichtigen, dass die Prüfung und Bewilligung eines Förderantrags nicht selten 6-12 Monate dauern, dieser zeitliche Vorlauf ist einzuplanen. Auch sollte der administrative Aufwand der Antragstellung in angemessenem Verhältnis zu den beantragten Mitteln stehen.

Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, einen Förderantrag gleich für eine 2-3-jährige Umsetzung der Schulung zu beantragen. Weiter könnte auch eine gemeinschaftliche Schulungsinitiative mehrerer Kommunen in einem gemeinsamen Förderantrag zusammengefasst werden, wodurch sich die Wirkung des Projekts vergrößert, der Aufwand je Kommune sich durch die Bündelung jedoch verringern sollte.

Noch zu beachten: Stiftungen fördern in der Regel keine Maßnahmen, die in staatlicher Verantwortung liegen. Insofern sollte ein Förderantrag insbesondere darlegen, warum und in welcher Weise die geplanten Schulungen über die staatlichen Pflichtaufgaben hinausgehen bzw. diese ergänzen, wo der spezifische Mehrwert erwartet wird. Der innovative Ansatz, die Freiwilligkeit der Schulungen, die Vorbeugung vor Verboten und die flankierende Wirkung zu staatlichen Aufgaben könnten hierbei als Argumente genutzt werden.

1.6.2.3 Teilnahmebeiträge

Es wird empfohlen, eine Teilnahmegebühr an den Schulungen vorzusehen, um Verbindlichkeit bei der Anmeldung der Teilnehmenden zu erzeugen. Die Deckung aller Personal- und Sachkosten über die Teilnahmebeiträge ist jedoch kaum realistisch und sollte auch nicht angestrebt werden. Ein Beitrag zwischen 20 und 40 € je Teilnehmenden erscheint für eine sechsstündige Schulung jedoch durchaus angemessen und wurde auch im Pilotvorhaben in Reutlingen (vgl. 1.2.7) problemlos akzeptiert. Im Sinne eines kosteneffizienten Vorgehens kann es sinnvoll sein, für das Teilnahmemanagement einen lokalen Partner zu suchen, der darin Erfahrung hat und über eine entsprechende Infrastruktur verfügt (z.B. Volkshochschule).

1.6.2.4 Sponsoring

Sponsoring oder pro-bono-Leistungen können als ergänzende Finanzierungsquelle insbesondere im Bereich der Sachkosten zu finanziellen Entlastungen beitragen. Bereiche, in denen dies denkbar wäre, sind:

- ▶ Kostenfreie oder -reduzierte Mitwirkung gewerblicher Expert*innen als Schulungsleitende, Referierende
- ▶ Kostenfreie oder -reduzierte Bereitstellung von Räumlichkeiten für die Schulungen
- ▶ Bereitstellung des Caterings (soweit vorgesehen) durch einen Partner aus der lokalen Wirtschaft
- ▶ Kostenfreie oder -reduzierte personelle Unterstützung bei Umsetzung der Veranstaltung
- ▶ Unterstützung bei Gestaltung, Druck, Verteilung eines Faltblatts

Die Gegenleistung des Sponsoringnehmers (hier der Kommune, die den Ofenführerschein organisiert) ist üblicherweise die öffentliche Nennung der Sponsoringgeber an geeigneter Stelle, sei es durch Mitnennung in öffentlichen Bekanntmachungen (z.B. über das Logo des Sponsors), persönlicher Erwähnung und Danksagung in den Schulungsterminen selbst, oder durch Informationsmaterial der Partner vor Ort (Prospekte, Roll-Ups, Give-Aways wie Blöcke oder Kugelschreiber).

Gleichwohl sollte Sponsoring mit Bedacht eingesetzt werden, die folgenden Hinweise sind durch die Organisation vor Ort zu berücksichtigen:

- ▶ Der Unterricht unter Nutzung der UBA-Schulungsunterlagen sollte klar getrennt erfolgen vom Sponsoring der lokalen Partner; eine Erwähnung lokaler Partner im Rahmen der eigentlichen Schulung darf nicht angeboten werden
- ▶ Ziel des Ofenführerscheins ist primär die Senkung des Schadstoffausstoßes durch bewusster Nutzung und richtiges Anfeuern bestehender Öfen; eine Kaufberatung bei erstmaliger Anschaffung oder Austausch von Öfen (selbst durch umweltfreundlichere Modelle) steht nicht im Fokus des Ofenführerscheins; ein entsprechender Eindruck sollte deshalb auch nicht durch die Aktivitäten der Sponsoren erweckt werden

Resümierend lässt sich festhalten: Sponsoring sollte mit Augenmaß erfolgen, um einer Zweckentfremdung der mit öffentlichen Mitteln finanzierten Schulungsunterlagen für rein privatwirtschaftliche Anliegen vorzubeugen.

1.7 Virtuelle Umsetzung des Ofenführerscheins

Alternativ zur Umsetzung des Ofenführerscheins in Präsenzveranstaltungen soll und wird es auch möglich sein, die Inhalte in Online-Schulungen zu vermitteln³. Tatsächlich gibt es bereits kommerzielle Anbieter (vgl. 1.2.9), die bundesweite Online-Schulungen zum Thema Heizen mit Holz anbieten. Aber auch im lokalen Kontext kann eine virtuelle Schulung sinnvoll sein, beispielsweise um Kosten zu senken oder eine größere Zahl an Teilnehmenden zu ermöglichen.

1.7.1 Technische Optionen

Zu unterscheiden sind folgende Formate, über welche Online-Schulungen durchgeführt werden können:

Videokonferenz-Plattformen wie beispielsweise Zoom, MS Teams, WebEx und viele andere ermöglichen Audio- und Videokonferenzen, welche sich für die Durchführung von Online-Schulungen gut eignen. Über Funktionen wie Bildschirmfreigabe, Chat-Fenster und teils auch interaktiven Elementen (Umfragen, Break-Out-Räumen) lassen sich die Schulungsfolien gut präsentieren und ein Dialog zwischen Trainer*in und Teilnehmenden organisieren. Auch eine Aufzeichnung der Schulung ist möglich. Voraussetzung ist hier eine gültige Lizenz zur Nutzung des jeweiligen Tools. Zu beachten ist, dass die kostenfreien Varianten in der Regel eingeschränkte Funktionen und eine eng begrenzte Teilnehmendenzahl haben.

Es gibt eine Vielzahl von **E-Learning-Plattformen** wie Moodle, Canvas, QuizAcademy, Blackboard und einige weitere, die Tools und Funktionen für die Erstellung und Verwaltung von Online-Kursen bieten. Diese Plattformen ermöglichen die Bereitstellung von Lernmaterialien, die Organisation von Kursinhalten, den Austausch von Informationen und die Kommunikation mit den Teilnehmern. Auch hier ist eine gültige Lizenz zur Nutzung des jeweiligen Tools Voraussetzung.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Schulungsinhalte als **aufgezeichnete Videos** bereitzustellen. Diese Videos können auf Plattformen wie YouTube oder Vimeo hochgeladen werden; den Teilnehmenden wird der Zugriff auf die Videos über einen Link ermöglicht. Diese Methode eignet sich besonders gut, wenn die Schulungsinhalte nicht interaktiv sein müssen. Grundsätzlich wäre es möglich, hier Aufzeichnungen von Schulungen, die über eine Videokonferenz- oder E-Learning-Plattform veranstaltet wurde, als Video zu veröffentlichen. Attraktiver (aber auch teurer) sind Schulungsvideos, die auch eingespielte Filmsequenzen oder Interviews beinhalten. Diese stellt der UBA-Ofenführerschein jedoch nicht bereit.

1.7.2 Vor- und Nachteile

Jedes Schulungsformat hat Vor- und Nachteile, die es abzuwägen gilt, wenn eine Ofenführerschein-Schulung geplant wird.

³ Die Variante der Online-Schulungen stand zu Beginn des Vorhabens nicht im Fokus, weshalb diese Variante weniger ausführlich beschrieben ist.

Tabelle 2: Vor- und Nachteile verschiedener Schulungsformate

	Präsenz-Schulung	Virtuelle Schulung über Videokonferenz- oder E-Learning-Plattform	Virtuelle Schulung über aufgezeichnetes Video
Vorteile	<p>Direkte Interaktion: Teilnehmende können direkt mit Trainer*in und anderen Teilnehmenden interagieren.</p> <p>Sofortiges Feedback: Teilnehmende erhalten sofortiges Feedback auf ihre Fragen und Leistungen.</p> <p>Praxis-schulung: Die Anwendung der erlernten Inhalte in einer Praxis-Schulung am ‚heißen‘ Ofen ist grundsätzlich möglich, wenn auch mit Zusatzaufwand</p> <p>Gruppenarbeit: Präsenzschulungen bieten die Möglichkeit zur Zusammenarbeit und Gruppenarbeit.</p>	<p>Interaktivität: Es können interaktive Elemente wie Bildschirmfreigabe, Umfragen und Chats genutzt werden.</p> <p>Flexibilität: Teilnehmer können von verschiedenen Standorten aus an der Schulung teilnehmen.</p> <p>Potenziell hohe Reichweite: An virtuellen Schulungen können mehrere Hundert Personen teilnehmen</p> <p>Kosteneffizienz: Es entfallen Kosten für Raummieten, Materialien vor Ort und ggf. Catering, da die Schulung online stattfindet; Kosten je Person sind geringer</p>	<p>Flexibilität: Teilnehmende können die Videos zu ihrer eigenen Zeit und in ihrem eigenen Tempo anschauen.</p> <p>Wiederholung und Nachschlagen: Teilnehmende können Inhalte bei Bedarf wiederholen / nachschlagen.</p> <p>Potenziell hohe Reichweite: Nutzung unbegrenzt; Bewerbung über digitale Medien (E-Mail, Internet, Soziale Medien) kann die Reichweite erhöhen.</p> <p>Kosteneffizienz: Es entfallen Kosten für Raummieten, Materialien vor Ort und ggf. Catering; Kosten je Person potenziell sehr gering</p>
Nachteile	<p>Geringe Reichweite: 20-30 Teilnehmende ist die Obergrenze für Präsenz-Veranstaltungen</p> <p>Ortsgebundenheit: Teilnehmende müssen zum Schulungsort reisen, was Kosten und logistische Herausforderungen mit sich bringen kann.</p> <p>Zeitliche Einschränkungen: Schulungen müssen zu bestimmtem Zeitpunkt stattfinden, was für Teilnehmende mit wenig Zeit problematisch sein kann.</p> <p>Höhere Kosten: Präsenzschulungen sind in der Regel kostspieliger aufgrund von Reise-,</p>	<p>Technische Herausforderungen: Teilnehmende benötigen stabile Internetverbindung und geeignete technische Ausstattung, um teilnehmen zu können.</p> <p>Begrenzte Aufmerksamkeitsspanne: Bei längeren Schulungen kann es schwierig sein, die Aufmerksamkeit der Teilnehmenden über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten.</p> <p>Keine Praxis-schulung: Übungen am kalten oder heißen Ofen sind nicht möglich.</p>	<p>Mangelnde Interaktivität: Aufgezeichnete Videos bieten keine Möglichkeit zur direkten Interaktion zwischen Teilnehmenden und Trainer*in.</p> <p>Kein sofortiges Feedback: Teilnehmende können Fragen nicht direkt stellen und erhalten kein sofortiges Feedback auf ihre Fragen oder Leistungen.</p> <p>Geringere Motivation: Ohne die Anwesenheit anderer Teilnehmender und Trainer*in kann Motivation der Teilnehmenden sinken.</p> <p>Keine Praxis-schulung: Übungen am kalten oder</p>

	Präsenz-Schulung	Virtuelle Schulung über Videokonferenz- oder E-Learning-Plattform	Virtuelle Schulung über aufgezeichnetes Video
	Unterkunfts- und Veranstaltungskosten.		heißen Ofen sind nicht möglich.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Vor- und Nachteile je nach spezifischen Anforderungen und verfügbaren Budgets variieren können. Daher ist es ratsam, den angestrebten Nutzen für die Teilnehmenden, die gewünschte Reichweite des Schulungsangebots und die zur Verfügung stehenden Ressourcen bei der Wahl der Schulungsmethode zu berücksichtigen.

2 Entwicklung von Schulungsmaterial für einen Ofenführerschein

2.1 Gliederung und Inhalt des Schulungsmaterials

Das Schulungsmaterial ist für eine ca. sechsstündige Schulung angelegt, wobei verschiedene Themen gemäß der Leistungsbeschreibung abgedeckt werden. Dabei lässt sich das Material in mehrere Module aufteilen. Es wurde versucht, möglichst viele Themen mit Bildern oder Grafiken zu veranschaulichen, Videos einzubauen oder auch Anschauungsmaterial mit in die Schulung zu integrieren.

Folgende Themen sind Bestandteil des Schulungsmaterials und werden nur kurz beschrieben.

► Motivation für den Ofenführerschein

Es werden Folgen einer falschen Ofenbedienung bzw. der Benefit einer optimalen Ofennutzung aufgezeigt.

► Feuerstätten für den häuslichen Gebrauch

Es werden mögliche Feuerstätten (Kaminofen, Speicherofen bzw. Grundofen, Pelletofen) sowie deren Eigenschaften und Einsatzzweck vorgestellt, damit der Nutzer die verschiedenen Möglichkeiten und Eigenschaften für eine fundierte (Kauf) Entscheidung kennt.

► Klimaschutz und Luftreinhaltung

Es wird ein Überblick über die Schadstoffe, die bei der Verbrennung freigesetzt werden, gegeben und deren Eigenschaften und Schadwirkung auf den Menschen erklärt. Bei der Verbrennung im Allgemeinen aber vor allem auch durch Fehlbedienungen entstehen Emissionen mit einem sehr hohen Treibhausgas und Schadenspotenzial für Mensch und Umwelt.

► Gesetzliche Vorgaben & Gütesiegel für Einzelraumfeuerstätten

Den Schulungsteilnehmern werden gesetzliche Vorgaben erläutert und relevante Gütesiegel vorgestellt.

Bezüglich der Herstellung, des Handels und des Betriebes der Öfen bestehen europäische und nationale Regelungen, welche eingehalten werden müssen. Durch die „CE-Kennzeichnung“ oder das „Ü-Zeichen“ erklärt der Hersteller, dass sein Produkt alle gesetzlichen Mindestanforderungen erfüllt. Durch freiwillige Gütesiegel können einem Produkt durch eine dritte Organisation besondere Eigenschaften attestiert werden. Werden Gütesiegel in die Kaufentscheidung einbezogen, sollte auf die Unabhängigkeit der ausgebenden Organisation, den Prüfumfang und die Aktualität des Gütesiegels geachtet werden. Es wird empfohlen frühzeitig Schornsteinfegerinnen und Schornsteinfeger in die Planung einzubeziehen, da diese die Gesamtanlage abnehmen müssen. Durch die Konsultation können viel Ärger, Zeit und Geld gespart werden.

► Grundlagen des Verbrennungsprozesses

Es werden die Grundlagen der Holzverbrennung mit ihren unterschiedlichen Phasen dargestellt und erläutert. Dabei wird die sogenannte 3T-Regel vorgestellt. 3T steht für Time (Zeit), Temperature (Temperatur) und Turbulence (Turbulenz bzw. Durchmischung). Eine vollständige Verbrennung benötigt ausreichend Reaktionszeit unter heißen Bedingungen bei guter Durchmischung der freigesetzten Abgase und dem Luftsauerstoff (1-2 s bei 700-800°C). Je höher die Temperatur desto schneller erfolgt die Reaktion von Kohlenstoffverbindungen zu CO₂ (mind.

800 °C). Außerdem ist eine intensive Durchmischung von Luftsauerstoff und brennbaren Gasen erforderlich. Den Schulungsteilnehmern wird aufgezeigt, wie sie diese Anforderungen erfüllen können. Es werden typische Verläufe von Sauerstoff und Kohlendioxid während eines Abbrandes im Kaminofen grafisch dargestellt. Ebenso werden Phasen der CO-Bildung veranschaulicht.

► Schadstoffe bei der Biomasseverbrennung

Es werden die Auswirkungen des Nutzerverhaltens auf die Schadstoffbildung erläutert. Dabei dienen Bilder der Veranschaulichung einer falschen Bedienweise der Feuerstätte. Dem Nutzer werden auch die Unterschiede zwischen einer guten und einer schlechten Verbrennung aufgezeigt.

► Aufbau eines Kaminofens

Es werden verschiedene Abbrandprinzipien erläutert. Die Schulungsteilnehmer werden auf bauliche Eigenschaften, die es zu beachten gilt, und deren Auswirkungen auf die Schadstoffbildung hingewiesen. Des Weiteren wird die Luftzirkulation und deren Steuerung anhand einer animierten Grafik eines Kaminofens erläutert. So kann dem Nutzer der Weg der Verbrennungsluft und der während der Verbrennung gebildeten Gase visualisiert werden. Im Zuge dessen werden praktische Tipps beispielsweise zur Prüfung der Luftdichtheit der Ofentür vorgestellt.

► Auswahl von Emissionsminderungstechnik

Es werden die Vorteile von Katalysatoren und elektrostatischen Staubabscheidern zur Schadstoffminderung vorgestellt. Die Vorteile einer automatischen Verbrennungsluftsteuerung, die den Bedienkomfort erhöhen und den Nutzereinfluss minimieren soll werden ebenfalls vorgestellt.

► Schornstein

Es werden verschiedene Schornsteinarten vorgestellt. Zudem werden vermeidbare Wärmeverluste und der notwendige Förderdruck erläutert.

Wenn möglich, dann sollte ein innenliegender Schornstein bevorzugt werden, da die Wärme noch an das Gebäude abgegeben werden kann. Dies bringt eine höhere Effizienz der Feuerung. Auch hier wird die Beratung durch die Schornsteinfegerin/den Schornsteinfeger dringend empfohlen.

► Auswahl eines Kaminofens

Es werden Auswahlkriterien für die Kaufentscheidung eines Kaminofens wie beispielsweise die Leistung der Feuerstätte im Vergleich zur Größe des Aufstellraumes vorgestellt. Es wird der Unterschied zwischen raumluftabhängig und raumluftunabhängig vorgestellt und die jeweiligen Vor- und Nachteile erklärt. Wie die Verbindung zwischen Feuerstätte und dem Schornstein erfolgen sollte, wird ebenso aufgezeigt. Zwischen Auswahl und Kauf sollte das Schornsteinfegerhandwerk zu Rate gezogen werden. Nach der Installation und vor der Inbetriebnahme muss der Kaminofen final vom bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger abgenommen werden, sonst könnte die Feuerstätte stillgelegt und der Bauaufsicht gemeldet werden! Des Weiteren werden Kriterien erläutert, die bei der Auswahl und Aufstellung des Kaminofens zu beachten sind. So muss der zu installierende Kaminofen beispielsweise die 2. Stufe der 1. BImSchV bzw. seit 01.01.2022 die Vorgaben der europäischen Verordnung (EU) 2015/1185 erfüllen.

► Brennstoff

Beim Thema Brennstoff wird in verschiedene zulässige und nicht zulässige Brennstoffe unterschieden. Dabei liegt der Schwerpunkt auf dem Scheitholz. Es werden Hinweise zur Beschaffung und Lagerung von Scheitholz gegeben. Ebenso wird auf die verschiedenen Maßeinheiten, in welchen Scheitholz verkauft wird hingewiesen und die Umrechnungsfaktoren erläutert. Es werden Empfehlungen über die Lagerdauer bezüglich der Brennstofftrocknung und dem korrekten Wassergehalt für eine optimale Verbrennung gegeben. Neben Scheitholz können auch Holzbriketts zum Einsatz kommen. Gültige Qualitäts-Labels werden vorgestellt und Hinweise zur Einschätzung von Holzbriketts wie beispielsweise die Farbe werden gegeben. So sollte der Nutzer keine sehr dunklen Holzbriketts (damit ist nicht die Oberfläche gemeint) kaufen, da dies auf eine Verunreinigung hindeutet. Auf weitere unzulässige Brennstoffe wie Rindenbriketts, nicht-naturbelassenes Holz, Papier oder Pappe wird eingegangen. Dem Schulungsteilnehmer werden praktische Tipps an die Hand gegeben, um die Brennstoffeigenschaften testen zu können. Die Nutzer werden auch dahingehend sensibilisiert, dass nicht alles, was verkauft wird, auch für die Verbrennung in einem Kaminofen geeignet ist.

► Betrieb eines Kaminofens

Der ordnungsgemäße Betrieb des Kaminofens durch den Nutzer ist sehr wichtig, da dies im Wesentlichen auch die Emissionen und die Effizienz der Feuerstätte beeinflusst. Daher werden alle Schritte zum korrekten Ofenbetrieb beschrieben und erläutert. Dies fängt beispielsweise mit dem Lesen der Bedienungsanleitung und einer kurzen Sichtprüfung der Feuerstätte an. Anschließend werden die Vor- und Nachteile des Anzündens von oben bzw. von unten vorgestellt sowie die Wahl der Scheitgröße und des Einstapelns in den Brennraum. Idealerweise können die Nutzer mit zur Verfügung gestelltem Material ein „Anzündmodul“ selbst aufbauen, um die Schulung aufzulockern. Anschließend wird das Nachlegen mit Positiv- und Negativbeispielen in Form von Bildern und Videos veranschaulicht. Auch zu diesem Zeitpunkt sind die Nutzer aktiv gefragt: Sie sollen die korrekte Menge Holz für einen z. B. 6 kW Kaminofen (bzw. für ihren eigenen Ofen) zusammenstellen, denn meist wird zu viel Brennstoff nachgelegt. Einflüsse zur Scheitgröße, der Brennstoffmenge, dem Wassergehalt im Brennstoff oder der Lufteinstellung auf die Emissionen werden den Ofenbetreiber ebenfalls erklärt. Hinweise zum Erkennen einer schlechten Verbrennung anhand von Flammenbildern werden gegeben. Die Besonderheit von Holzbriketts, welche sich während der Verbrennung ausdehnen, wird ebenso mit Bildern veranschaulicht. Abschließend werden Hinweise zum Ausbrand, der Wartung und der Reinigung des Kaminofens gegeben.

Dieses erstellte Schulungsmaterial wurde am 03.11.2022 erstmalig während der Probandenschulung im Rahmen des Arbeitspakets 3 angewendet.

2.2 Workshop

Das Konzept sowie die Materialien für die Schulungen zum Ofenführerschein in Abhängigkeit vom Bearbeitungsstand im Vorhaben wurden einem ausgewählten Kreis an Fachleuten präsentiert. Die Beteiligung der Fachleute erfolgte im Rahmen von 2 Workshops.

Der erste Workshop fand am 08.07.2022 statt. Folgende Personen nahmen teil:

- Christian Liesegang (UBA)
- Rico Eßbach (DBI)

- ▶ Masha Wagner, Laurenz Hermann (co2online)
- ▶ Mirjam Müller, Ingo Hartmann, Tobias Ulbricht, Bettina Stolze, Volker Lenz (DBFZ)
- ▶ Claudia Schön, Robert Mack (TFZ)
- ▶ Tim Bagner (Deutscher Städtetag)
- ▶ Alexander Kramer (Deutscher Städte- und Gemeindebund)
- ▶ Ralf Bültge-Bohla (Stadt Reutlingen)
- ▶ Efthalia Nulis (Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz)
- ▶ Cornelia Krone (BMUV)
- ▶ Patrick Huth (Deutsche Umwelthilfe)
- ▶ Markus Schlichter (Bundesverband Schornsteinfeger)
- ▶ Hermann Hansen (FNR)
- ▶ Mohammad Aleya (Fraunhofer IBP)
- ▶ Johannes Gerstner (EFA)
- ▶ Frank Kienle, Thomas Schnabel (HKI)
- ▶ Guido Eichel (Hagos eG)

Der Workshop gliederte sich in 2 große Themenblöcke. Zunächst wurde der zum Zeitpunkt aktuelle Stand des Schulungsmaterials vorgestellt. Unter reger Beteiligung der Workshopteilnehmer wurde der Inhalt anschließend umfangreich diskutiert. Im Folgenden werden die Diskussionspunkte sowie die getroffenen Entscheidungen dargestellt.

So ist es das Ziel die Vorteile des Ofenführerscheins im Schulungsmaterial in allen Bereichen klar darzustellen. Dabei geht es unter anderem um die Vermeidung von Fehlentscheidungen, die Reduzierung von Kosten und Emissionen durch Fehlbedienungen oder der Gefahrenabwehr. Auf Fachausdrücke sollte dabei möglichst verzichtet werden bzw. müssen diese ausreichend erläutert werden. Vor allem bildliche Darstellungen werden als zielführend empfohlen. Zudem wurde angeraten während der Schulung mit Zwischenfragen das vermittelte Wissen zu vertiefen und die Aufmerksamkeit aufrecht zu erhalten. Anschließend wurde das zum Zeitpunkt aktuelle Schulungskonzept vorgestellt. Als neuer Aspekt hat sich herausgestellt, dass zusätzlich zu der Initiierung der Schulung über Kommunen dies auch über lokale VHS oder die VHS-Landesverbände direkt möglich ist. Um Schulungen möglichst angepasst auf die Fragen der Schulungsteilnehmer zu gestalten, ist eine Abfrage der Interessen (Kauf, Weiterbildung, Austausch Ofen) sowie ggf. des installierten Ofentyps vor der Schulung zielführend. Kommerzielle Akteure wurden nicht adressiert, da die Ausnutzung von öffentlich finanzierten Materialien für kommerzielle Zwecke befürchtet wird. Der Aspekt der alternativen Zielgruppe bspw. in Baumärkten wurde aber noch einmal diskutiert. Eine Schulung/Ausbildung der Referenten wurde als zielführend für eine sachgemäße Durchführung angemerkt. Die Anforderungen ans Personal werden dabei im Konzept allgemein im Sinne geeigneter Berufsgruppen adressiert. Dabei wird ein spezifisches Profil vermieden, da dies ggf. eine lokale Umsetzung verhindern könnte. Durch das Angebot der Weiterbildung könnte zudem eine ausreichende Qualifizierung sichergestellt werden.

Der zweite Workshop fand am 16.05.2023 online statt. Folgende Personen nahmen daran teil:

- ▶ Christian Liesegang, Andreas Eisold (UBA)
- ▶ Rico Eßbach, Louis Siebenhühner (DBI)
- ▶ Laurenz Hermann, Nadine Gettel (co2online)
- ▶ Ingo Hartmann, Tobias Ulbricht, Bettina Stolze, Volker Lenz, Uta Schmieder (DBFZ)
- ▶ Claudia Schön, Hans Hartmann (TFZ)
- ▶ Max Kummrow (Ofenakademie)
- ▶ Norman Wegert (ZDS)
- ▶ Thomas Schnabel (HKI)
- ▶ Johannes Gerstner (EFA)
- ▶ Andrea Niesel (SenUVK)

Zu Beginn des Workshops wurde das Schulungsmaterial nochmals kurz vorgestellt und ein Feedback von den nicht im Projekt beteiligten Teilnehmer*innen eingeholt. Anschließend wurde sich auf die Weiterführung des Namens „Ofenführerschein“ für die Veranstaltung geeinigt.

Im weiteren Verlauf der Veranstaltung wurde ein World Café durchgeführt und in Kleingruppen zu den Themen Allgemeines, Dauer der Schulung und Erreichung der Zielgruppen diskutiert.

So wurde angeregt die Motivationspunkte für den eigenen Nutzen der Schulung hervorzuheben. Es wurden u.a. die Themenbereiche „Geruchsbelästigungen/ Nachbarschaftsstreit“, „Wirkung auf die eigene Gesundheit“ und „Brennstoffeffizienz“ diesbezüglich besonders erwähnt. Das Schulungsmaterial wurde teilweise als zu detailliert und sehr anspruchsvoll angesehen, Andererseits wurde es als kompakt mit hoher Qualität beurteilt. Übereinstimmend wurde aber festgestellt, dass die Schulung visuell ansprechend sein muss, um breitentauglich und damit auch wirksam zu sein.

Eine Dauer von 6h für die Schulung wurde als zu lang betrachtet. Daraufhin wurden verschiedene Schulungsformate diskutiert. Konsens bestand in der Ansicht, dass Anschauungsmaterial, kurze Übungen und Zwischenfragen die Schulung auflockern und die Aufmerksamkeit der Teilnehmer*innen aufrecht halten. Die Erstellung einer Kurzversion wurde diskutiert aber verworfen.

3 Probeschulung und Prüfabbrände

3.1 Gesamtablauf

Im AP 3 wurden die Schulung inklusive der Probeabbrände mit 6 zufällig ausgewählten Teilnehmer*innen am DBI in 3 Blöcken durchgeführt. Brennstoff und Anzünder wurden hierbei den Teilnehmern zur Verfügung gestellt. Bei dem Brennstoff handelte es sich um Scheitholz (Rotbuche) mit einem Wassergehalt von ca. 13 bis 14 Masse-% und unterschiedlicher Scheitgröße, damit die Teilnehmer die Stückigkeit und Menge selbst zusammenstellen konnten. Bei den Anzündern gab es Papier, in wachs getränkte Holzwolle, Parafinwürfel sowie Flüssiganzünder zur Auswahl (Verweis Kapitel 3.3). Eine Bedienungsanleitung des zur Verfügung gestellten Kaminofens lag für jeden Teilnehmer offensichtlich bereit. Dabei wurden zwei verschiedene Kaminöfen (A und B) verwendet.

Folgende Blöcke wurden organisiert und am DBI in Freiberg am Feuerungsprüfstand bzw. im Schulungsraum durchgeführt:

1. Block – Messungen vor der Schulung

- ▶ Jeder Teilnehmende heizt nach individuell gewohntem Vorgehen einen zur Verfügung stehenden Ofen
 - Auflegen der Holzscheite mit Anzünden des Holzes
 - dreimaliges Nachlegen von Holzscheiten

2. Block – Probeschulung

- ▶ Alle Teilnehmer erhalten eine Schulung zum richtigen Heizen mit Holz
 - Das Schulungsmaterial wurde im Projekt von den Partnern DBFZ und TFZ entwickelt und den Teilnehmern durch DBI, DBFZ und TFZ vorgestellt

3. Block – Messungen nach der Schulung

- ▶ Jeder Teilnehmende heizt nach geschultem Vorgehen einen zur Verfügung stehenden Ofen
 - Auflegen der Holzscheite mit Anzünden des Holzes
 - dreimaliges Nachlegen von Holzscheiten

Aufgrund der größeren Anzahl an Teilnehmern und des zusätzlichen Unterauftragnehmers Aneco waren alle Termine im Vorfeld festgelegt. Alle Termine konnten eingehalten werden und die Probanden waren pünktlich zu allen Terminen vor Ort am DBI, sodass es zu keinen Verzögerungen oder Ausfällen gekommen ist. Weitere Details zur Durchführung können der Tabelle 3 entnommen werden.

Tabelle 3: Gesamtablaufplan AP 3

Lfd. Nr.	Prüfprozedere	Tag	Zeitraum	TeilnehmerIn / Proband	Kaminofen	CPC (Partikelzähler)	Bemerkungen
1.1	Dichtheitsprüfung Feuerstätte	-	-	-	A & B	-	-
1.2	Prüfaufbau / Vorbereitung	29./30.09.22	-	-	A	-	-
1.3	Zünden + 3 Folgeabbrände	04.10.22	10:30 – 14:30	1	B	Durchgehend mit TSI-CPC messen und zeitweise mit DBI- & DBFZ-Gerät gegenprüfen	PM, PN, CO, OGC, NO _x , PAK
		05.10.22	08:30 – 12:30	2			
		06.10.22	08:30 – 12:30	3			
	Prüfumbau Ofen		13:00 – 16:00	-			
	07.10.22	07:00 – 10:00	-				
	Zünden + 3 Folgeabbrände		10:30 – 14:30	4			
		10.10.22	08:30 – 12:30	5			
	11.10.22	08:30 – 12:30	6				
2	<i>Schulung aller Teilnehmer</i>	03.11.22	08:00 – 15:30	1 – 6	-	-	<i>Sitzungszimmer 537, Verantw. R. Eßbach</i>
3.1	Dichtheitsprüfung Feuerstätte	-	-	-	A & B	-	Erneuerung der Dichtung am Ofen B, Betriebszustand für Weiterbetrieb für 2. Messblock wurde erreicht
3.2	Prüfaufbau / Vorbereitung	04./07.11.22	-	-	A	-	-
3.3	Zünden + 3 Folgeabbrände	08.11.22	10:30 – 14:30	1	B	Durchgehend mit TSI-CPC messen und zeitweise mit DBI- & DBFZ-Gerät gegenprüfen	PM, PN, CO, OGC, NO _x , PAK
		09.11.22	08:30 – 12:30	2			
		10.11.22	08:30 – 12:30	3			
	Prüfumbau Ofen		13:00 – 16:00	-			
		11.11.22	07:00 – 10:00	-			

Lfd. Nr.	Prüfprozedere	Tag	Zeitraum	TeilnehmerIn / Proband	Kaminofen	CPC (Partikelzähler)	Bemerkungen
	Zünden + 3 Folgeabbrände		10:30 – 14:30	4			
		14.11.22	08:30 – 12:30	5In			
		15.11.22	08:30 – 12:30	6			
3.4	Dichtheitsprüfung Feuerstätte	-	-	-	A & B	-	-

3.2 Eingesetzte Messtechnik und -verfahren

Während der Versuche wurden die Parameter nach den in Tabelle 4 und Tabelle 5 genannten Verfahren und Normen respektive Richtlinien gemessen. Die Messungen an den Feuerungsanlagen wurden in Anlehnung an die DIN EN 13240:2005 in Verbindung mit DIN EN 16510-1:2018 mit den Teilnehmer*innen im ungeschulten als auch geschulten Zustand durchgeführt. Die Durchführung der PAK-Messung erfolgte parallel zu den Emissionsmessungen der weiteren Abgasbestandteile, wobei zu jeder Abbrandphase eine Einzelmessung durchgeführt wurde. In Summe ergaben sich daher bei Versuchen mit PAK-Analyse 4 Einzelmessungen pro Messtag.

Tabelle 4: Messverfahren und -geräte

Verfahren, die in der rechten Spalte mit „a“ gekennzeichnet sind, sind entsprechend der in Anlage 1 und Anlage 2 befindlichen Akkreditierungsurkunde D-PL-11072-01-00 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle akkreditiert

Messkomponente	Messverfahren- bzw. -gerät	Status
O ₂	Kalibriertes*, kontinuierlich registrierendes Messgerät (Messprinzip: Paramagnetismus), DIN EN 16510-1:2018-11, DIN EN 13240:2005-10	a
CO ₂	NDIR-Spektrometrie mit kalibrierten*, kontinuierlich registrierendem Messgerät, DIN EN 16510-1:2018-11, DIN EN 13240:2005-10	a
CO	NDIR-Spektrometrie mit kalibrierten*, kontinuierlich registrierendem Messgerät, DIN EN 16510-1:2018-11, DIN EN 13240:2005-10	a
NO _x	NDIR-Spektrometrie mit kalibrierten*, kontinuierlich registrierendem Messgerät, DIN EN 16510-1:2018-11 Anhang D	a
OGC als Gesamt-C	Kontinuierliche Messung mit kalibrierten* Flammenionisationsdetektor (FID), DIN EN 16510-1:2018-11 Anhang E	a
Partikelförmige Emissionen – Partikelmasse Gesamtstaub	Diskontinuierliche Messung, kalibrierte* Probegasentnahme mittels Beheizter Filter und kalibrierte* Wägung; Staubabscheidung auf Filter; Gravimetrische Methode; DIN EN 16510-1:2018-11 Anhang F.2	a
Partikelförmige Emissionen – Partikelanzahl	Für die Messung der Partikelanzahl wurden werkskalibrierte** Kondensations-Partikelzähler (CPC) zur kontinuierlichen Messung von hohen Partikelkonzentrationen eingesetzt. Die Messgeräte sind nach der Schweizerischen Normen-Vereinigung (SNV) für die Messung nach SR 941.242 zugelassen und entsprechen den Anforderungen der Vergabegrundlage Blauer Engel DE-UZ 212 Anhang C	-
Abgastemperatur	Die Messung der Abgastemperatur* erfolgte in der Messstrecke nach DIN EN 16510-1:2018-11, Abschnitt A.2.3 sowie nach den Bildern 13 und 14 der Norm. Die Temperatur am Messpunkt in der Messstrecke wurde gemessen.	a
Förderdruck	Die Messung des Förderdruckes* erfolgte in der Messstrecke nach DIN EN 16510-1:2018-11, Abschnitt A.2.3 sowie nach den Bildern 13 und 14 der Norm.	a
Wärmeleistung	Berechnungen erfolgen nach DIN EN 16510-1:2018-11	a

* DAkKS-Kalibrierung vorhanden / auf nationale Normale rückführbar

** Keine DAkKS-Kalibrierung vorhanden / derzeit nicht auf nationale Normale rückführbar und eine Validierung der Messvorschrift fehlt

Tabelle 5: Messverfahren und -geräte, PAK Messungen

Verfahren, die in der rechten Spalte mit „a“ gekennzeichnet sind, sind entsprechend der in Anlage 3 befindlichen Akkreditierungsurkunde D-PL-17451-01-00 (Unterauftrag Aneco) durch die Deutsche Akkreditierungsstelle akkreditiert

Messkomponente	Messverfahren- bzw. -gerät	Status
polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	Messen von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) – GC/MS-Verfahren nach VDI 3874:2006-12 mit nicht isokinetischer Absaugung in Anlehnung an die PM-Messung der DIN EN 16510-1:2018, Anhang F.2	a

Das für die Partikelanzahlmessung bereit gestellte CPC-Messgerät (condensing particle counting) von TSI (HC NPET und Ejektor-Verdünner) hat aufgrund der hohen Emissionsfrachten Störungen bei den Messungen verursacht:

► Verdünner:

- Der Verdünner wurde mit verdreckter / verstopfter Düse angeliefert (ohne dies zu wissen, ist nur im ausgebauten Zustand erkennbar), sodass erst mit einer begonnenen Messung festgestellt werden konnte, dass keine Partikelanzahl erfasst werden kann. In der Konsequenz wurde nach jedem Messtag die Düse ausgebaut und gereinigt.
- Die von TSI mitgelieferte Beheizung zum Verdünner hat nicht funktioniert.

► CPC:

- hatte keine gültige Kalibrierung und der verbaute Laser hat während der Messungen außerhalb der Spezifikation gearbeitet.
- hat zeitweise keine plausiblen Messdaten aufgezeichnet
- hat zeitweise gar nicht gemessen, obwohl er messbereit war

Aus o.g. Gründen wurden zwei weitere baugleiche CPC's (1 x DBI, 1 x DBFZ) für Parallel- bzw. Ersatzmessungen genutzt. Dazu war es erforderlich, dass der CPC vom DBFZ durch zusätzliche Fahrten vom DBFZ in Leipzig zum DBI nach Freiberg transportiert werden musste.

Bei den Parallelmessungen der CPCs waren die Entnahmestellen ca. 20 cm voneinander entfernt.

Die erfassten Daten der Partikelanzahlmessung sind trotz vorgeschaltetem Verdünner sehr unterschiedlich und wenig aussagekräftig und selbst mit den Vergleichsmessungen mit den zwei weiteren CPC's selten vergleichbar.

Das Anheizen ist im Rahmen von (Typ-)Prüfungen nach den meisten Normen für Einzelraumfeuerstätten nicht enthalten. Lediglich Speicherfeuerstätten nach EN 15250 oder die erweiterte Prüfprozedur nach dem Blauen Engel für Kaminöfen nach DE-UZ 212 enthalten die Anzündphase. Durch das Fehlen dieser Phase sind meist keine „geprüften“ Anheizphasen für den Hersteller auswertbar bzw. nutzbar, um korrekte Angaben in den Bedienungsanleitungen vorzunehmen. Hier können die Hersteller lediglich auf freiwilliger Basis Eigenversuche durchführen (lassen).

Für die Versuche wurde ein Messstreckenaufbau mit einer Gesamthöhe von 4,00 m ($\pm 0,01$ m) und Messung mit Naturzug über alle Abbrände in Anlehnung an den Blauen Engel für Kaminöfen DE-UZ 212:2020 (Ausgabe V6) angewendet.

Abbildung 7: Gesamtaufbau der Messstrecke am DBI für die Probandenmessungen

Messsonde/-technik
für PAK-Messung
(Unterauftrag Aneco)

Messstelle Partikelanzahl
mit vorgeschaltetem
Ejektorverdünner & CPC

Gesamtmessstrecke für Betrieb mit
Naturzug

Messsonde Partikelmasse

Entnahmestelle/n für CO,
OGC, NO_x, CO₂, O₂, Abgastemp., Förderdruck



Quelle: DBI

3.3 1. Block – Messungen vor der Schulung

Im Oktober und November 2022 fanden die Messungen vor und nach der Schulung beim DBI in Freiberg zusammen mit dem Unterauftragnehmer ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co (für die Messung polyzyklisch aromatischer Kohlenwasserstoffe – PAK) statt.

Im Weiteren wurden für die Messungen der Brennstoff Scheitholz aus Rotbuche nach Anhang B der DIN EN 16510-1:2018 und der laut Bedienungsanleitung definierten Scheitlänge und zwei handelsübliche Einzelraumfeuerungsanlagen für die Messungen durch das DBI bereitgestellt:

- ▶ ein preisgünstiger typgeprüfter Kaminofen A nach DIN EN 13240 (manuelle Betriebsweise) mit CE-Kennzeichnung für Scheitholz als Brennstoff.
- ▶ ein preisintensiver typgeprüfter Kaminofen B nach DIN EN 13240 (manuelle Betriebsweise, mit integriertem Katalysator) mit CE-Kennzeichnung für Scheitholz als Brennstoff.

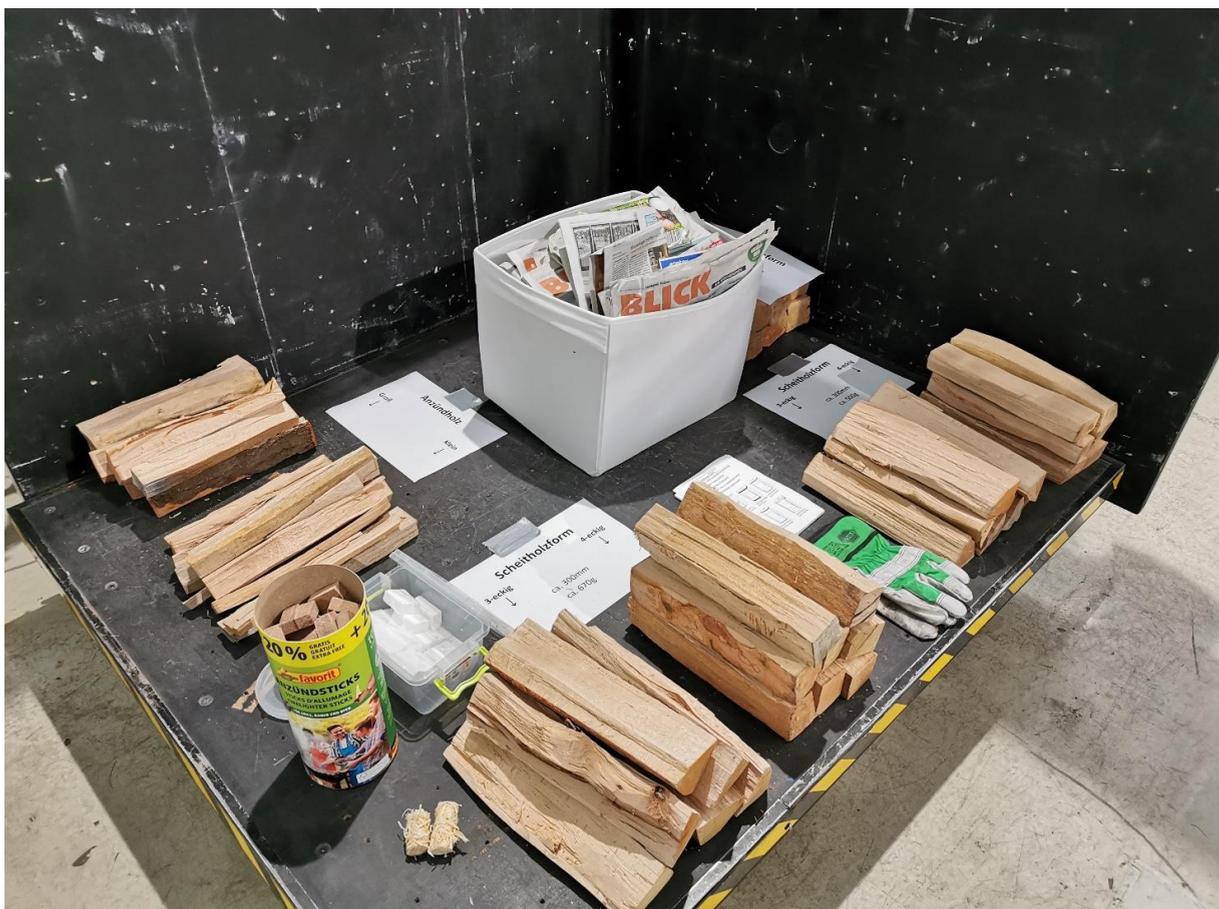
Je Messtag war ein Proband vor Ort. Jeder Proband hat den ihm zur Verfügung gestellten Ofen (Kaminofen A bei Probanden 1 bis 3 und Kaminofen B bei Probanden 4 bis 6) eigenständig betrieben. Hierzu gehörten das Anzünden sowie das anschließende dreimalige Nachlegen. Jedem Probanden lag die entsprechende Bedienungsanleitung bereit.

Die sechs erforderlichen Probanden wurden aus dem näheren Umfeld (Umkreis Freiberg) mittels einem von DBI entworfenem Handout angeworben und angefragt.

Die Prüfung fand in den Räumlichkeiten des DBI in Freiberg statt. Hier wurden die Öfen in einer ca. 7 m hohen und 120 m² großen Prüfhalle auf vorhandenen Testständen zur Prüfung von Einzelraumfeuerstätten installiert und betrieben.

Anzündhilfen in verschiedenen Varianten, Bedienungsanleitungen, Brennstoffe etc. lagen in direkter Nähe der Öfen bereit und sind in Abbildung 8 zu sehen. Die Probanden wurden vor dem Betrieb auf alle Hilfs- und Betriebsmittel hingewiesen. Die Buchenscheite hatten jeweils die korrekte Länge und Feuchtigkeit nach Bedienungsanleitung der Öfen. Die Scheite wurden jedoch in unterschiedlichen Dicken und Formen (dreieckig und viereckig) den Probanden zur Verfügung gestellt. Die Brennstoffmenge je Auflage wurde von den Probanden selbst zusammengestellt und dem Prüfstandpersonal des DBI zur Gewichtsbestimmung vor der Befüllung des Ofens übergeben.

Abbildung 8: Zur Verfügung gestellte Buchenscheite unterschiedlicher Dicken und Anzündhilfen für den Betrieb des Kaminofens. Foto: DBI



Quelle: DBI

Alle sechs Probanden haben die Kaminöfen erst am Tag der Messung begutachten können. Somit waren die Geräte für die Bediener unbekannt und es lag noch kein Wissen zur Bedienung vor. Daher lag die Bedienungsanleitung für jeden Probanden bereit, um sich über die korrekte Betriebsweise des jeweiligen Kaminofens zu informieren.

Aufgrund des Alters aller Probanden (Alter > 60 Jahre) waren typische Kenntnisse zu Kohlefeuerungen aus früheren Zeiten bekannt, sodass beim Anzünden hauptsächlich von unten gezündet wurde und oftmals auch während der Folgeabbrände Primärluft über den Rost zugegeben wurde.

Beim Zünden wurden teilweise zu kleine Brennstoffmassen und zu kleine Stückelungen verwendet. Beim Nachlegen haben alle 6 Probanden wiederum zu große Brennstoffmengen bzw. zu viele Stücke Holz eingelegt und die Schieberstellung falsch gewählt (im Vergleich zu den Angaben in den zur Verfügung gestellten Bedienungsanleitungen), sodass kurze Abbrandzeiten mit sehr hoher Hitzeentwicklung die Folge waren und die Nennwärmeleistung der Feuerstätten höher ausgefallen ist als nach Typschild bestimmungsgemäß vorgesehen.

In nachfolgender Tabelle 6 sind die ermittelten Gesamtwärmeleistungen zur Herstellerangabe lediglich als Relativwerte vor der Schulung abgebildet. Hierbei entsprechen die Herstellerangaben jeweils 0 % als Ausgangswert. 100 % bedeutet demzufolge die doppelte Leistung. Abgebildet sind die Anzündphasen in einer einzelnen sowie die Angaben zum dreimaligen Nachlegen einer weiteren Spalte (hier mit dem geringsten und größten Relativwert aus den drei Abbränden des Nachlegens).

Tabelle 6: Verhältnisdarstellung der Gesamtwärmeleistungen ausgehend von der Herstellerangabe des Kaminofens vor der Schulung

Herstellerangabe	Proband Nr. = Messtag	Anzünden	Nachlegen
Ofen A – 8 kW Nennlast (Bezugspunkt)	1	269 %	103 – 140 %
	2	349 %	74 – 183 %
	3	124 %	79 – 123 %
Ofen B – 6 kW Nennlast (Bezugspunkt)	4	205 %	112 – 222 %
	5	70 %	47 – 68 %
	6	153 %	32 – 48 %

Besonderheiten bei der Bestimmung der Gesamtwärmeleistung, der PAK- und gravimetrischen Staubmessung waren:

- ▶ Die errechnete Wärmeleistung der Auflagen 1 bis 3 (Zünden und zweimal Nachlegen) entspricht nicht der tatsächlichen Leistung, die bei einer regulären Typprüfung ermittelt werden würde
 - Die Bestimmung der Gesamtwärmeleistung fällt aufgrund der zu tauschenden Messsonden (PAK- und gravimetrische Staubmessung) in den Auswertungen höher aus als in den erfassten Abbränden zu erwarten ist, da die Abbrandmessungen ca. 5 Minuten vor dem eigentlichen Abbrandende gestoppt wurden. Diese Vorgehensweise hängt
 - zum einen mit der Austausch- und Vorbereitungszeit der Messsonden, welche ca. 5 Minuten in Anspruch nehmen und

- zum anderen mit der Entnahme der Sonden zusammen, welche direkten Einfluss auf das Endgewicht der Plattformwaage des Prüfstandes nehmen.

Die Bestimmung des Abbrandendes wurde somit vorgezogen und die Nennwärmeleistung fällt entsprechend höher aus, obwohl der Abbrand noch nicht komplett beendet war.

- Die Probanden wurden über diese Vorgehensweise zu Beginn des Versuchstages in Kenntnis gesetzt und haben den Technikern am DBI während der Messungen ca. 5 Minuten vor dem Nachlegen mitgeteilt, dass sie nachlegen möchten, damit zum einen die Sonden rechtzeitig getauscht werden konnten und zum anderen der vom Probanden definierte Nachlegezeitpunkt mit neu vorbereiteter Sondentechnik eingehalten werden konnte und die erneute Anzündphase des nachgelegten Holzes mit berücksichtigt werden konnte.
- ▶ Die Messung in Auflage 4 (letztes Nachlegen) wurde beendet, indem der Proband mitgeteilt hat: „jetzt würde ich wieder auflegen“. Die Abbrandzeit des letzten Abbrandes ist daher in dem meisten Fällen etwas länger als die vorangehenden Abbrände.

Es ist anzumerken, dass die Feuerstätten in einer großen Prüfhalle des DBI (Deckenhöhe > 7 m) aufgestellt wurden und die erzeugte höhere Wärmeabgabe unproblematisch an den Raum abgegeben werden konnte. Ob die Probanden in einem Wohnzimmer mit deutlich geringerer Raumhöhe und Fläche genauso feuern würden, ist fraglich, da ein üblicher Aufstellraum in dieser o.g. geschilderten Feuerungsart eher zu einer Überhitzung führt. Bei den Probanden wurden die Versuche daher nicht zwingend als „falsch“, „schlecht“ oder „richtig“ wahrgenommen. Bei einem kleinen Versuchsraum mit Ofen hätten sich die Probanden vermutlich anders verhalten.

Da die Probanden während des Heizens auch nichts anderes zu tun hatten, wurde möglicherweise auch vorzeitig Holz nachgelegt. Das hat ebenfalls zu einem höheren Brennstoffbedarf geführt.

Frau Schön (TFZ) war während einer Erstmessung (Proband 2) am DBI mit anwesend, um das Nutzerverhalten zu beobachten und ggf. Fehlbedienungen, auf welche in den Schulungsunterlagen unbedingt einzugehen ist, festzustellen. Dabei lass Proband 2 beispielsweise keine Bedienungsanleitung des Kaminofens A, obwohl der Proband ihn nicht kannte. Dies wäre jedoch wichtig gewesen, um die Leistung des Ofens, die notwendige Brennstoffmenge und die Lufteinstellungen während des Betriebs zu erfahren. Proband 2 hatte dann geäußert, dass er den Kaminofen so betreiben möchte, wie er ihn daheim auch einsetzen würde. Daher wollte er sich nicht von der zur Verfügung stehenden Bedienungsanleitung beeinflussen lassen. Außerdem war Proband 2 ein „schönes“ Flammenbild wichtig.

Folgende Fehler konnten während der Erstmessung bei Proband 2 festgestellt werden (ohne den Probanden darüber zu informieren, um die Erstmessungen nicht zu beeinflussen):

- ▶ Keine Bedienungsanleitung gelesen.
- ▶ Beim Anzünden wurde nur Kleinholz verwendet und keine größeren Scheite
- ▶ Holz wurde immer „stehend“ in die Brennkammer gelegt, der Brennstoff sollte aber immer einen guten Kontakt zum Glutbett haben für eine gute Zündung

- ▶ Ofen wurde überladen durch zu viel Brennstoff
- ▶ Falsche Lufteinstellungen gewählt → Proband 2 wollte schöne, helle Flammen sehen → die gesamte Brennkammer war mit Flammen ausgefüllt (Flammeninferno) → kein Raum mehr für Verbrennungsreaktionen in der heißen Brennkammer

Während dieser Beobachtungen wurden Fotos gemacht (beispielhaft in Abbildung 9), welche in das Schulungsmaterial mit aufgenommen wurden.

Abbildung 9: Holz für das Anzünden des Feuers im Brennraum (links) und intensive Flammenbildung nach dem zweiten Nachlegen (rechts) vor der Schulung bei Proband 2



Holz wurde „stehend“ in die Brennkammer gelegt; Ofen wurde überladen; Falsche Lufteinstellung wurde gewählt sodass die gesamte Brennkammer mit Flammen ausgefüllt war (Flammeninferno); Brennstoffauswahl wurde durch die Probanden basierend auf dem verfügbaren Holz selbst durchgeführt
Quelle: TFZ

Herr Ulbricht (DBFZ) war während einer Erstmessung und einer Messung nach der Schulung anwesend. Im Rahmen der Erstmessung (vor der Schulung) wurde festgestellt, dass Proband 3 versuchte, seine Erfahrungen beim Betrieb von Kohleöfen auf die Holzfeuerung zu übertragen. Ein Grundverständnis über die bei der Verbrennung ablaufenden Prozesse war vorhanden. Die Bedienungsanleitung wurde jedoch ignoriert.

Proband 5 versuchte nach der Schulung das vermittelte Wissen in der Messung anzuwenden. Er versuchte, den Ofen auf keinen Fall zu überladen, was zu einem sehr geringen Glutbett nach der ersten Brennstoffauflage führte. Er versuchte die Temperatur am nicht richtig brennenden Scheit zu erhöhen, indem er im Abbrand die Scheite näher zusammenlegte. Aus den Erfahrungen dieser Probemessung sollte in der Schulung stärker darauf eingegangen werden, was zu tun ist, wenn der Brennstoff nicht richtig zündet oder vorzeitig erlischt.

Beispielhaft sind die Brennstoffauflagen des Anzündens in Tabelle 7 für jeden Probanden dargestellt.

Tabelle 7: Brennstoffauflage zum Anzünden vor der Schulung

Proband 1	Proband 2	Proband 3	Proband 4	Proband 5	Proband 6
					

3.4 2. Block – Probeschulung

Die Schulung der Probanden nach der Erstmessung fand ebenfalls beim DBI in Freiberg in den Schulungsräumen des DBI statt. Der Schulungsraum bot Platz für bis zu 24 Teilnehmer. Die Probeschulung am 03.11.2022 wurde von Rico Eßbach (DBI) moderiert und größtenteils (8 von 11 Themenblöcke) auch durchgeführt. Herr Ulbricht (DBFZ) und Frau Schön (TFZ) übernahmen jeweils zwei bzw. einen Themenblock, um die Schulung aufzulockern, was sehr gut von den Probanden aufgenommen wurde. Auch Herr Hermann (co2online) vom Projektkonsortium war zeitweise mit anwesend, um einen besseren Einblick in die Schulungsunterlagen zu erhalten. Alle sechs Probanden waren während der Probeschulung am 03.11.2022 anwesend und durchgehend sehr aufmerksam.

Vor Beginn der Schulung wurde vom DBI ein Fragebogen an die Probanden verteilt, um mögliches Vorwissen zu Holzfeuerungen zu erfragen. Folgende Ergebnisse konnten in Tabelle 8 zusammengetragen werden:

Tabelle 8: Ergebnisse aus dem Fragebogen der Probanden

Proband		1	2	3	4	5	6
Lfd. Nr.	Frage						
1	Haben Sie Erfahrungen im Umgang mit Einzelraumfeuerstätten für Holz?	ja	ja	nein	nein	ja	ja
2	Besitzen und betreiben Sie eine eigene Einzelraumfeuerstätte?	Ja	ja	nein	nein	ja	ja
3	Haben Sie Erfahrungen im Umgang mit anderen Feuerungsanlagen (z.B. Holzheizkessel, Kohleofen o.ä.)?	Ja	nein	ja, Kohleofen	ja, Vergaserkessel	ja	ja

Weiterhin wurden alle Probanden vom DBI durch eine kurze Präsentation zu beiden Öfen sowie dem weiteren Ablauf zum 2. Messblock abgeholt und es wurde auf die Undichtheit des Ofen B aufmerksam gemacht, welche durch Überhitzung / falschen Betrieb entstanden ist – siehe nachfolgende Tabelle 9.

Tabelle 9: Dichtheitswerte der Kaminöfen

Messzeitpunkt		Prüfdruck (Vergleichswert)	Festgestellte Leckage
Ofen B	Vor 1. Messblock	5,0 Pa	0,63 m ³ /h
	Nach 1. Messblock	5,0 Pa	4,17 m ³ /h
	Vor * 2. Messblock	5,0 Pa	0,92 m ³ /h
	Nach ** 2. Messblock	5,0 Pa	2,94 m ³ /h
Ofen A	Vor 1. Messblock	~ 2,7 Pa	~ 6,00 m ³ /h
	Nach 1. Messblock	~ 2,7 Pa	~ 6,00 m ³ /h
	Nach 2. Messblock	~ 2,7 Pa	~ 6,00 m ³ /h

*Der Ofen B wurde durch einen Probanden derart thermisch überlastet, dass Dichtungen an der Tür an einer Stelle teilweise verbrannt sind und sich der Korpus verzogen hat. Dadurch ist eine hohe Undichtheit am Gerät entstanden. Die Dichtungen an der Feuerraumtür wurden vor dem 2. Messblock erneuert und an den verzogenen Korpus bestmöglich angepasst. Aus diesem Grund wurde eine weitere Dichtheitsmessung vor dem 2. Messblock durchgeführt, um festzustellen, ob die Abdichtungsmaßnahmen erfolgreich waren.

**Die erhöhte Undichtheit nach dem 2. Messblock ist auf den verzogenen Korpus zurückzuführen, da die angepassten Dichtungen nicht dauerhaft die Unebenheiten ausgleichen kann. Mit der Erneuerung der Dichtung konnte ein Weiterbetrieb des Ofens im 2. Messblock erreicht werden, jedoch konnte nicht verifiziert werden, ob durch die Überbelastung der verbaute Katalysator noch vollständig in Takt war und ob sonstige bleibende Änderungen entstanden sind, die die Messergebnisse beeinflussen.

Mit dem erarbeiteten Foliensatz von ca. 170 Einzelfolien wurde eine intensive Schulung an einem Tag durchgeführt. Dennoch haben die 6 Teilnehmer die Schulung sehr interessiert verfolgt. Das DBI hat den vorhandenen Foliensatz um Zwischenleger (Agenda mit Anzeige des jeweils folgenden Kapitels) erweitert, um einen verbesserten Überblick über die Gesamtschulung zu erhalten. Dadurch konnte den Schulungsteilnehmern während des Ablaufes aufgezeigt werden, welche Kapitel bzw. welcher Umfang bereits vermittelt wurde und welche Themen im Rahmen der Gesamtschulung noch folgen.

Im Rahmen der laufenden Schulung wurden Anmerkungen zu einzelnen Folien gegeben (von Herrn Ulbricht, Frau Schön, Herrn Eßbach), was inhaltlich geändert oder verbessert werden sollte, um einzelne Themen noch besser zu vermitteln.

Mit einer Reihe an Anschauungsmaterial (Brennstoffe, Anzünder, beladene Staubhülsen usw.) konnten die Inhalte der Schulung noch besser vermittelt und die Durchführung für alle Beteiligten aufgelockert werden.

Einige Teile der Folien, wenn es z. B. um Wiederholungen ging, sollten die einzelnen Teilnehmer laut vorlesen, um die zu Schulenden mit einzubinden.

Während der Schulung stellten die Probanden auch Fragen zum Verständnis wie beispielsweise:

- ▶ Was ist die optimale Lufteinstellung beim Kaminofen?
- ▶ Wie bekommt man eine blaue Flamme hin, da diese besonders emissionsarm ist.

Die eingebundenen Videos im Kapitel „Kaminofenbetrieb“ benötigen noch einen kurzen Erklärungstext für den Trainer. Während der Probeschulung kommentierte Frau Schön die Videos, da diese nicht ganz selbsterklärend waren, aber vom TFZ erstellt wurden. Dies wurde in der finalen Version umgesetzt.

Am Ende der Probeschulung wurden die Teilnehmer kurz befragt, was Sie ggf. an den Unterlagen bzw. am Inhalt der Schulung ändern würden. Allgemein fühlten sich die Teilnehmer gut informiert und sind nun gut vorbereitet für einen guten Weiterbetrieb der Kaminöfen. Lediglich die Erläuterungen rund um den Katalysator und den elektrostatischen Staubabscheider wurden als zu kompliziert empfunden.

Die Veranstaltung ging von 08:00 bis 15:15 Uhr mit kurzen Pausen und einer Mittagspause. Die Probanden gaben an, dass der dargebotene Schulungsinhalt an einem, maximal zwei Tagen vermittelt werden sollte / kann. Letztlich haben alle Probanden einheitlich angemerkt, dass Sie sehr viel gelernt und eigene Fehler erkannt haben (es gab mehrere „Aha“-Momente).

3.5 3. Block – Messungen nach der Schulung

Alle sechs Probanden sind mit dem Wissen aus der Schulung in den zweiten Messblock gegangen, und haben am jeweiligen Messtag vor dem Anzünden die Bedienungsanleitung der Geräte studiert. Die Probanden haben ihre gewonnenen Erfahrungen aus der Schulung im Bekanntenkreis geteilt. Dies weckte Interesse und regte teilweise dazu an, das Betriebsverhalten zu prüfen und ggf. zu ändern.

Beim Zünden und Nachlegen haben alle 6 Probanden die passenden Gewichtsangaben nach Bedienungsanleitung und in den meisten Fällen die richtige Anzahl an Brennstoffstücken Holz eingelegt und die Schieberstellung für die Luftzufuhr passend gewählt, sodass die Verwendung der Öfen bestimmungsgemäß bzw. emissionsarm erfolgte und typische Abbrandzeiten erreicht werden konnten. Die gemessenen Nennwärmeleistungen (Abbrände 2 – 4, ohne Zünden) der Feuerstätten lagen bei allen 6 Probanden im näheren Bereich der Herstellerangaben. Auch bei diesen Messungen ist der Zusammenhang mit dem vorgezogenen Abbrandende zu berücksichtigen (siehe Beschreibung / Vorgehensweise zu den Messungen aus dem ersten Messblock in Absatz 3.3).

In nachfolgender Tabelle 10 sind die ermittelten Gesamtwärmeleistungen zur Herstellerangabe lediglich als Relativwerte nach der Schulung abgebildet. Hierbei entsprechen die Herstellerangaben jeweils 0 % als Ausgangswert. 100 % bedeutet demzufolge die doppelte Leistung. Abgebildet sind die Anzündphasen in einer einzelnen sowie die Angaben zum dreimaligen Nachlegen einer weiteren Spalte (hier mit dem geringsten und größten Relativwert aus den drei Abbränden des Nachlegens).

Tabelle 10: Verhältnisdarstellung der Gesamtwärmeleistungen ausgehend von der Herstellerangabe des Kaminofens nach der Schulung

Herstellerangabe	Proband Nr. = Messtag	Anzünden	Nachlegen
Ofen A – 8 kW Nennlast (Bezugspunkt)	1	66 %	1 – 15 %
	2	105 %	3 – 21 %
	3	74 %	-4 – 13 %
Ofen B – 6 kW Nennlast (Bezugspunkt)	4	108 %	20 – 38 %
	5	37 %	23 – 45 %
	6	62 %	18 – 25 %

Die höheren relativen Abweichungen bei der gemessenen Leistung zur Nennwärmeleistung am Ofen B (6 kW) im Vergleich zum Ofen A (8 kW) entstehen hierbei u.a. auch durch die absolut gesehene gleichen Einkürzungszeit von 5 Minuten (Erklärung zur Kürzung der Messung um ca. 5 min siehe Abschnitt 3.3).

3.6 Effekt der Schulung auf das Emissionsverhalten beim Kaminofenbetrieb

In den nachfolgenden Abbildungen werden die gemessenen Emissionen als Einzelwerte für das Anzünden (1. Abbrand) und als Mittelwerte aus den drei Folgeabbränden (3x Nachlegen) abgebildet. Dabei verwendeten die Probanden 1 bis 3 den Kaminofen A und die Probanden 4 bis 6 den Kaminofen B. Zum besseren Vergleich sind je Proband die Messergebnisse vor der Schulung (dunkle Säule) und nach der Schulung (helle Säule) direkt nebeneinander dargestellt. Alle Emissionswerte beziehen sich immer auf 13 % Sauerstoffgehalt im Abgas für eine bessere Vergleichbarkeit. Zur Orientierung sind die gültigen Grenzwerte aus der EU Verordnung 2015/1185, Anhang II (teilweise) in den Diagrammen abgebildet:

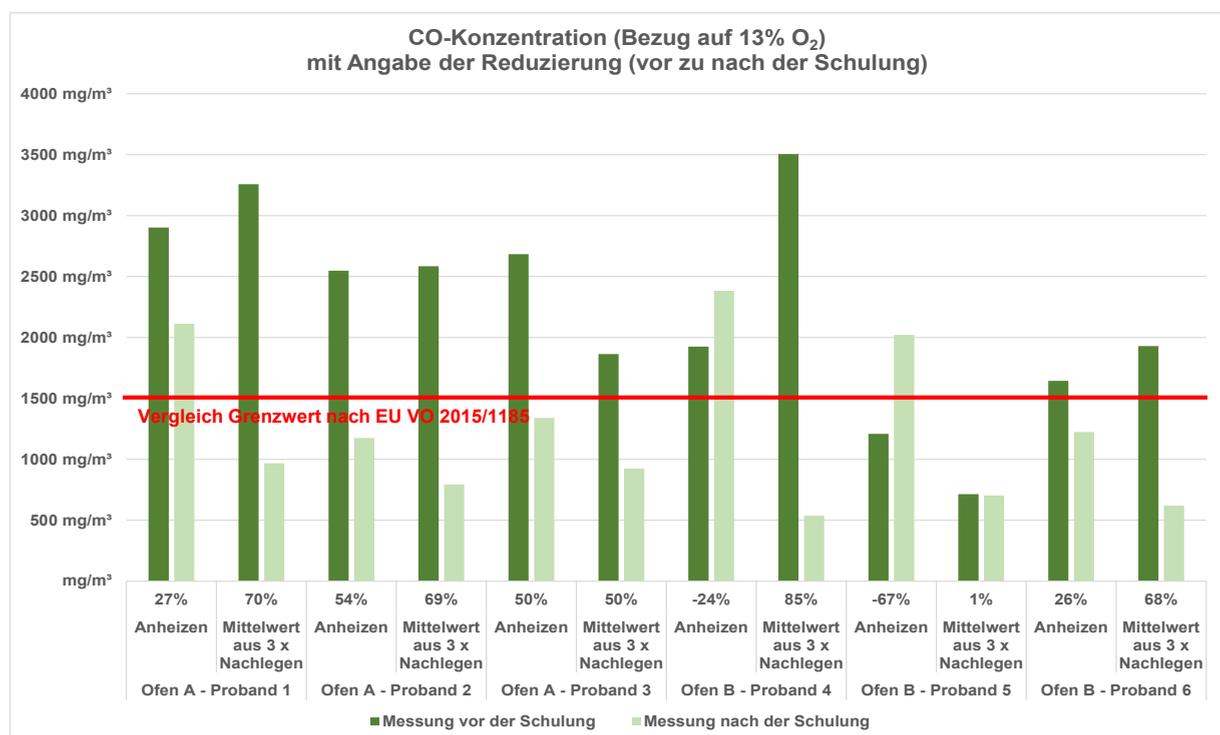
- ▶ Definiert als „Festbrennstoff-Einzelraumheizgeräte mit geschlossener Brennkammer, die nicht mit Pressholz in Form von Pellets betrieben werden“
- ▶ Ein direkter Vergleich mit den Vorgaben aus der Verordnung und der Messwerte ist jedoch nicht möglich, da die Messprozeduren abweichen. Die Werte sind daher nur als Orientierung gedacht, sind jedoch untereinander vergleichbar.

CO-Emissionen: Bei der Messung der CO-Konzentration vor der Schulung wurden zeitweise Peaks bis über 5 Vol.-% aufgrund von Luftmangel / unvollständiger Verbrennung gemessen. Die gemessenen CO-Konzentrationen vor der Schulung lagen teilweise außerhalb des Messbereichs der eingesetzten Messgeräte, die dargestellten Werte fallen daher realistisch um bis zu Faktor 2 höher aus. Nach der Schulung wurden durchgängig beim Nachlegen durch den bestimmungsgemäßen Betrieb CO-Konzentrationen unter 1.500 mg/m³ (bei 13% O₂) gemessen und somit wurden alle Phasen mit der eingesetzten Messtechnik vollständig erfasst. So lagen die CO-Emissionen während des Anheizens zwischen 1.209 mg/m³ (Proband 5) und 2.902 mg/m³ Proband 1) vor der Schulung und nach der Schulung zwischen 1.175 mg/m³ (Proband 2) und 2.384 mg/m³ Proband 4). Somit konnten die CO-Emissionen bei Anwendung der Erkenntnisse während des Anheizens um

durchschnittlich 11 % reduziert werden, siehe Abbildung 10. Lediglich bei den Probanden 4 und 5 kam es zu einem Anstieg der CO-Emissionen während des Anheizens, da vor allem Proband 5 schon über ein ausreichendes Wissen verfügte. Im Gegensatz dazu konnten die CO-Emissionen bei Proband 2 sogar um 55 % beim Anheizen verringert werden, da hier das Holz nicht mehr in den Brennraum gestellt wurde, sondern sachgemäß Scheite auf das Rost gestapelt wurden und von oben angezündet wurde.

Während des dreimaligen Nachlegens konnte eine durchschnittliche Reduktion der CO-Emissionen von 57 % erzielt werden. Dabei lagen die gemessenen CO-Emissionen vor der Schulung zwischen 714 mg/m³ (Proband 5) und 3.506 mg/m³ (Proband 4). Proband 5 zeigte bereits vor der Schulung, dass Kenntnisse zum richtigen Betrieb eines Kaminofens vorlagen und mit Abstand die geringsten CO-Emissionen ermittelt werden konnten. Bei der Messung nach der Schulung konnte bei Proband 5 keine weitere Verringerung (im Mittel jetzt 704 mg/m³ CO-Emissionen) erzielt werden. Dieser bereits niedrige Wert konnte von Proband 4 sogar unterschritten werden mit lediglich 537 mg/m³ an CO-Emissionen und dieser Proband konnte aufgrund des angewendeten Wissens diese Emissionen um 85 % reduzieren. Maximal 967 mg/m³ (Proband 3) an CO-Emissionen konnten nach der Schulung ermittelt werden.

Abbildung 10: CO-Emissionen vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen



Die auf der x- Achse dargestellten Zahlenwerte vergleichen die Emissionen vor der Schulung mit den Emissionen nach der Schulung beim gleichen Probanden. Positive Werte bedeuten eine Minderung der Emissionen nach der Schulung. Negative Werte bedeuten Mehremissionen nach der Schulung.

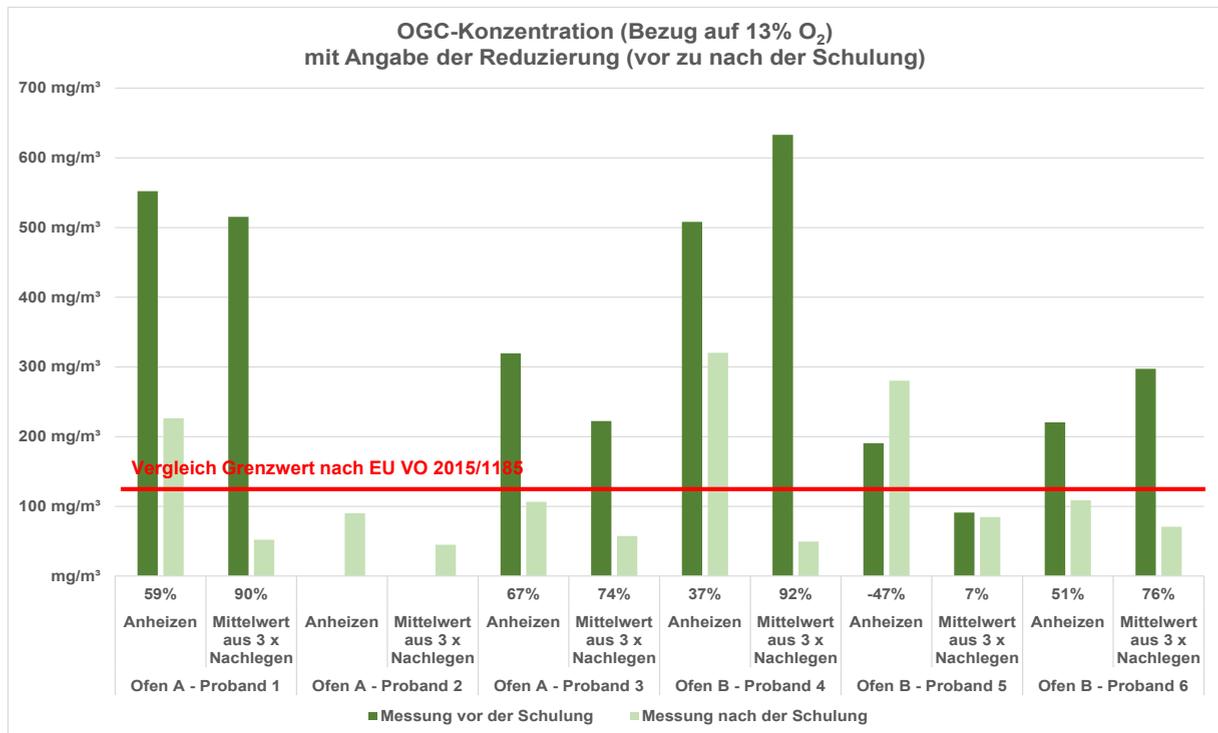
Darstellung: DBI

OGC-Emissionen: Die Emissionen der organischen gasförmigen Kohlenwasserstoffe (OGC) während der Messungen vor und nach der Schulung sind in Abbildung 11 dargestellt. Auch hier zeigt sich eine deutliche Verringerung der Emissionen aufgrund der Probandenschulung um durchschnittlich 33 % während des Anheizens und 68 % während des dreimaligen Nachlegens.

Die hohen OGC-Konzentrationen vor der Schulung sind hauptsächlich durch Überladung und Luftmangel und einer damit resultierenden unvollständigen Verbrennung entstanden. Auch hier lag die Konzentration zeitweise vor der Schulung außerhalb des Messbereichs des eingesetzten Messgerätes. Aus diesem Grund könnten die tatsächlichen Werte um bis zu Faktor 2 höher liegen. Bei Proband 2 war eine Bestimmung der OGC-Emissionen vor der Schulung aufgrund eines Messgeräteausfalls nicht möglich und somit können keine Werte in der folgenden Abbildung hierfür aufgezeigt werden. Vor der Schulung lagen die OGC-Emissionen während des Anheizens zwischen 191 mg/m^3 (Proband 5) und 552 mg/m^3 (Proband 1) und während des dreimaligen Nachlegens durchschnittlich zwischen 91 mg/m^3 (Proband 5) und 633 mg/m^3 (Proband 4). Nach der Schulung lagen die OGC-Werte auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Proband 2 erreichte beim Anheizen 90 mg/m^3 nach der Schulung und Proband 4 beim Anheizen ca. 320 mg/m^3 an OGC-Emissionen nach der Schulung. Während des dreimaligen Nachlegens konnten OGC-Werte zwischen 45 mg/m^3 (Proband 2) und 85 mg/m^3 (Proband 5) nach der Schulung erreichen.

Nach der Schulung wurden durchgängig beim Nachlegen durch bestimmungsgemäßen Betrieb OGC-Konzentrationen von unter 120 mg/m^3 (bei 13% O_2) gemessen.

Abbildung 11: OGC-Emissionen vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen



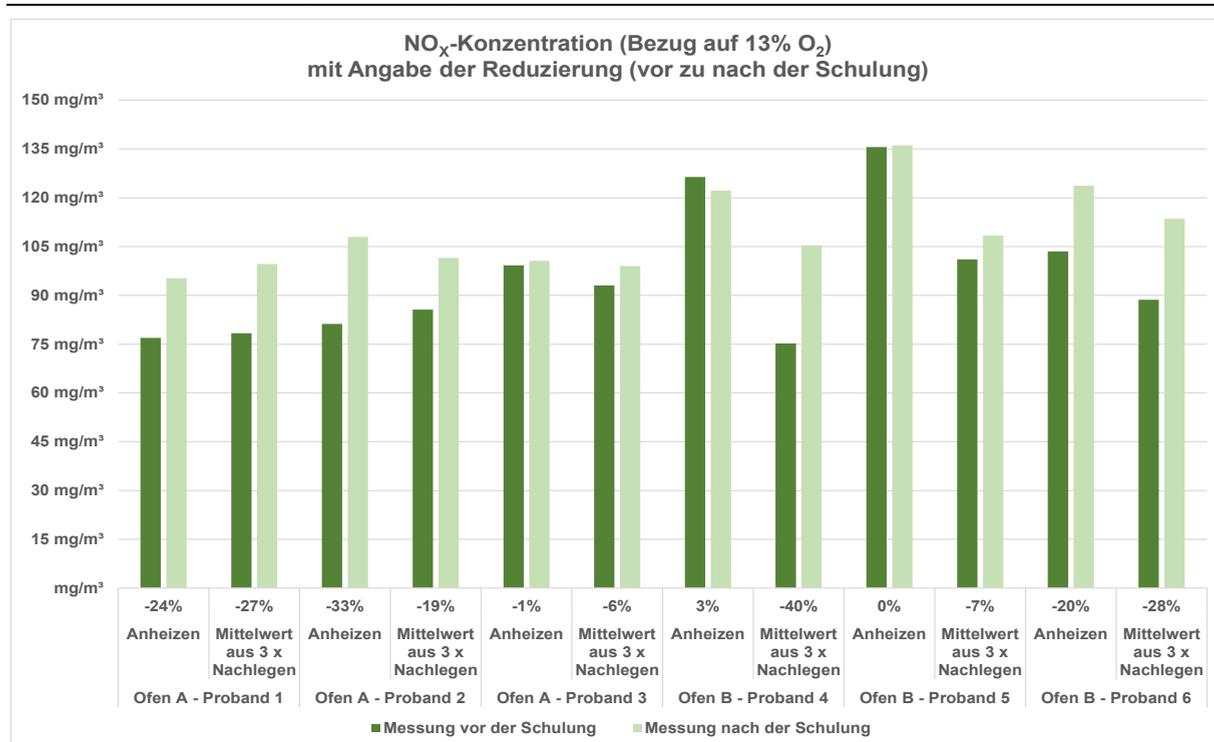
Die auf der x- Achse dargestellten Zahlenwerte vergleichen die Emissionen vor der Schulung mit den Emissionen nach der Schulung beim gleichen Probanden. Positive Werte bedeuten eine Minderung der Emissionen nach der Schulung. Negative Werte bedeuten Mehremissionen nach der Schulung.

Darstellung: DBI

NO_x-Emissionen: Die NO_x-Emissionen wurden ebenfalls erfasst, da hierfür ein Grenzwert in der neuen Ökodesign-Verordnung von 200 mg/m³ (bei 13% O₂) existiert, ein Wert, der in allen Messungen unterschritten wurde. In der nachfolgenden Abbildung 12 wurde daher auf die Angabe des Grenzwertes verzichtet.

Vor der Schulung lagen die NO_x-Emissionen während des Anheizens zwischen 77 mg/m³ (Proband 1) und 136 mg/m³ (Proband 5) und nach der Schulung zwischen 95 mg/m³ (Proband 1) und 136 mg/m³ (Proband 5). Während des dreimaligen Nachlegens wurden Werte zwischen 75 mg/m³ (Proband 4) und 101 mg/m³ (Proband 5) vor der Schulung und Werte zwischen 99 mg/m³ (Proband 3) und 114 mg/m³ (Proband 6) nach der Schulung ermittelt. Nach der Schulung wurden beim Nachlegen durch bestimmungsgemäßen Betrieb durchweg höhere NO_x-Konzentrationen gemessen. Zurückzuführen ist dies aufgrund emissionsarmer und stabiler Verbrennung ohne Verbrennungsluftmangel (höhere O₂-Konzentration im Abgas steht zur Reaktion mit Stickstoff- bzw. N-Anteilen zur Verfügung) im Feuerraum und einem geringeren CO-Angebot. Beide Parameter sind gegenläufig, so dass bei hohen CO-Emissionen geringere NO_x-Emissionen gebildet werden.

Abbildung 12: NO_x-Emissionen vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen



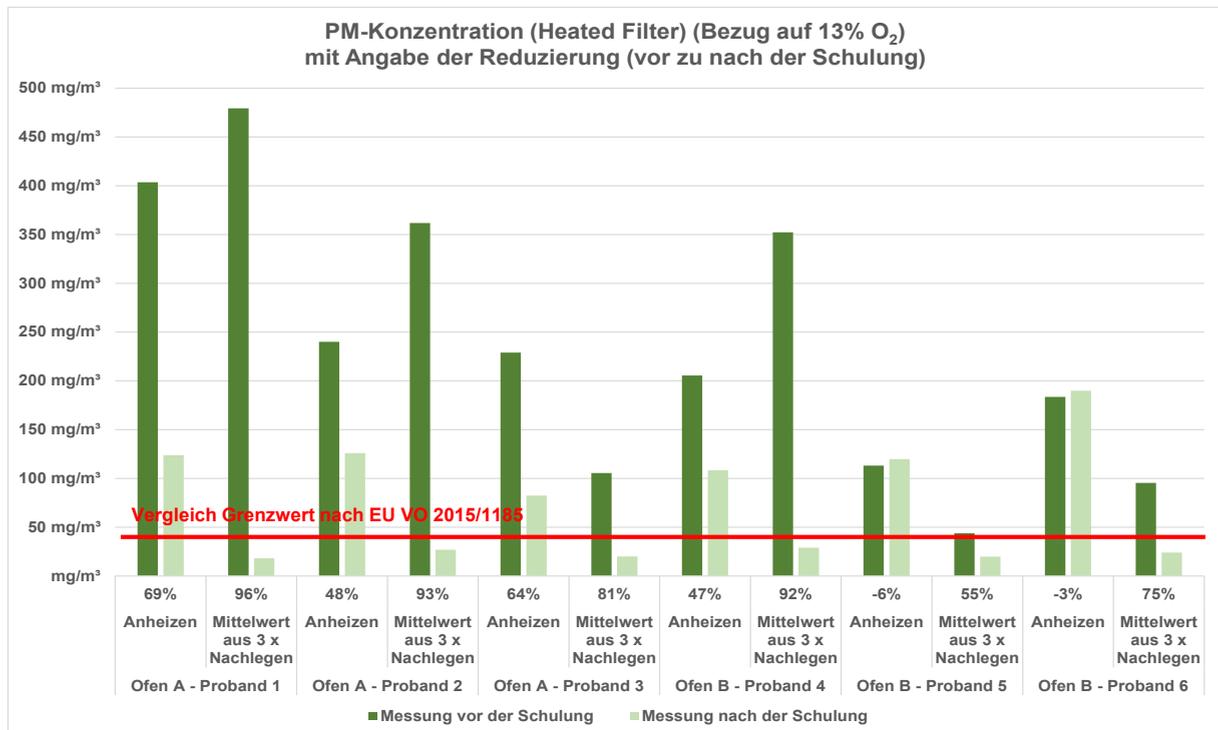
Die auf der x- Achse dargestellten Zahlenwerte vergleichen die Emissionen vor der Schulung mit den Emissionen nach der Schulung beim gleichen Probanden. Positive Werte bedeuten eine Minderung der Emissionen nach der Schulung. Negative Werte bedeuten Mehremissionen nach der Schulung.

Darstellung: DBI

Gesamtstaub-Emissionen: Die Gesamtstaub-Emissionen lagen vor der Schulung beim Anheizen zwischen 113 mg/m³ (Proband 5) und 404 mg/m³ (Proband 1). Nach der Schulung konnten diese auf Werte zwischen 82 mg/m³ (Proband 3) und 190 mg/m³ (Proband 6) reduziert werden, da alle Probanden den Kaminofen nun von oben anzündeten. Diese Werte dürfen nicht mit Typenprüfwerten verglichen werden, da die Anheizphase dabei nicht berücksichtigt bzw. gemessen wird. Beim Anheizen muss der Kaminofen zunächst auf Temperatur kommen, um niedrigere Emissionen zu erzielen. Während des dreimaligen Nachlegens wurden Gesamtstaub-Emissionen zwischen 44 mg/m³ (Proband 5) und 479 mg/m³ (Proband 1) vor der Schulung ermittelt, welche durch die Schulung auf Werte zwischen 18 mg/m³ (Proband 1) und 29 mg/m³ (Proband 4) sehr deutlich verringert werden. Somit konnte Proband 1 die Staubemissionen um 96 % während des Nachlegens nur aufgrund der Schulung reduzieren. Insgesamt konnten bei den Gesamtstaub-Emissionen ein deutlicher Rückgang um durchschnittlich 36 % während des Anheizens und um durchschnittlich 82 % während des dreimaligen Nachlegens festgestellt werden (Abbildung 13).

Die hohen Staubkonzentrationen vor der Schulung sind hauptsächlich durch Fehlbedienung mit hohem Primärluftanteil (Rostluft) und Überladung sowie Luftmangel mit einhergehender unvollständiger Verbrennung zu begründen. Nach der Schulung wurden durchgängig beim Nachlegen durch den bestimmungsgemäßen Betrieb (mit keiner bzw. nur geringfügige Primärluftzufuhr) Gesamtstaub-Emissionen unter 40 mg/m³ (bei 13% O₂) gemessen.

Abbildung 13: Gesamtstaub-Emissionen vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen



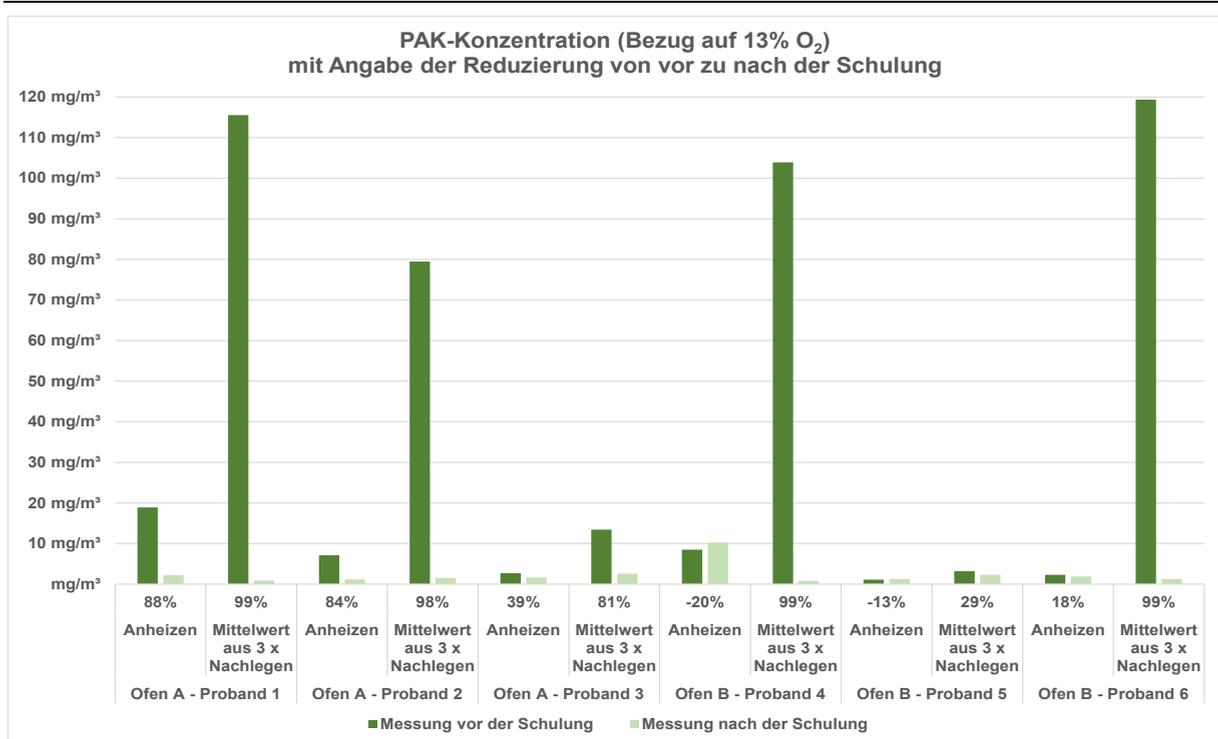
Die auf der x- Achse dargestellten Zahlenwerte vergleichen die Emissionen vor der Schulung mit den Emissionen nach der Schulung beim gleichen Probanden. Positive Werte bedeuten eine Minderung der Emissionen nach der Schulung. Negative Werte bedeuten Mehremissionen nach der Schulung.

Darstellung: DBI

PAK-Emissionen: Die PAK-Emissionen (polyzyklisch aromatische Kohlenwasserstoffe) werden als besonders gesundheitsschädigend eingestuft. Da einige dieser PAKs krebserregend, erbgutverändernd und/oder fortpflanzungsgefährdend sind. PAK-Emissionen entstehen u.a. bei Verbrennungsvorgängen mit unvollständiger Verbrennung – hier v.a. bei Überlast der Feuerstätten in Verbindung mit Luftmangel. Durch die Schulung sanken die erfassten Emissionen deutlich, siehe Abbildung 14.

Vor der Schulung wurden PAK-Werte während des Anheizens zwischen 1 mg/m^3 (Proband 5) und 19 mg/m^3 (Proband 1) ermittelt und nach der Schulung verringerten sich diese auf Werte zwischen 1 mg/m^3 (Probanden 2 und 4) und 10 mg/m^3 (Proband 4). Im Mittel wurden während des dreimaligen Nachlegens PAK-Emissionen zwischen 3 mg/m^3 (Proband 5) und 119 mg/m^3 (Proband 6) vor der Schulung nachgewiesen, welche sich nach der Schulung auf Werte zwischen 1 mg/m^3 (Probanden 1, 4 und 6) und 3 mg/m^3 (Proband 3) deutlich verringerten. Somit verringerten sich die PAK-Emissionen um durchschnittlich 33 % während des Anheizens und um ca. 84 % während des dreimaligen Nachlegens.

Abbildung 14: PAK-Emissionen vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen

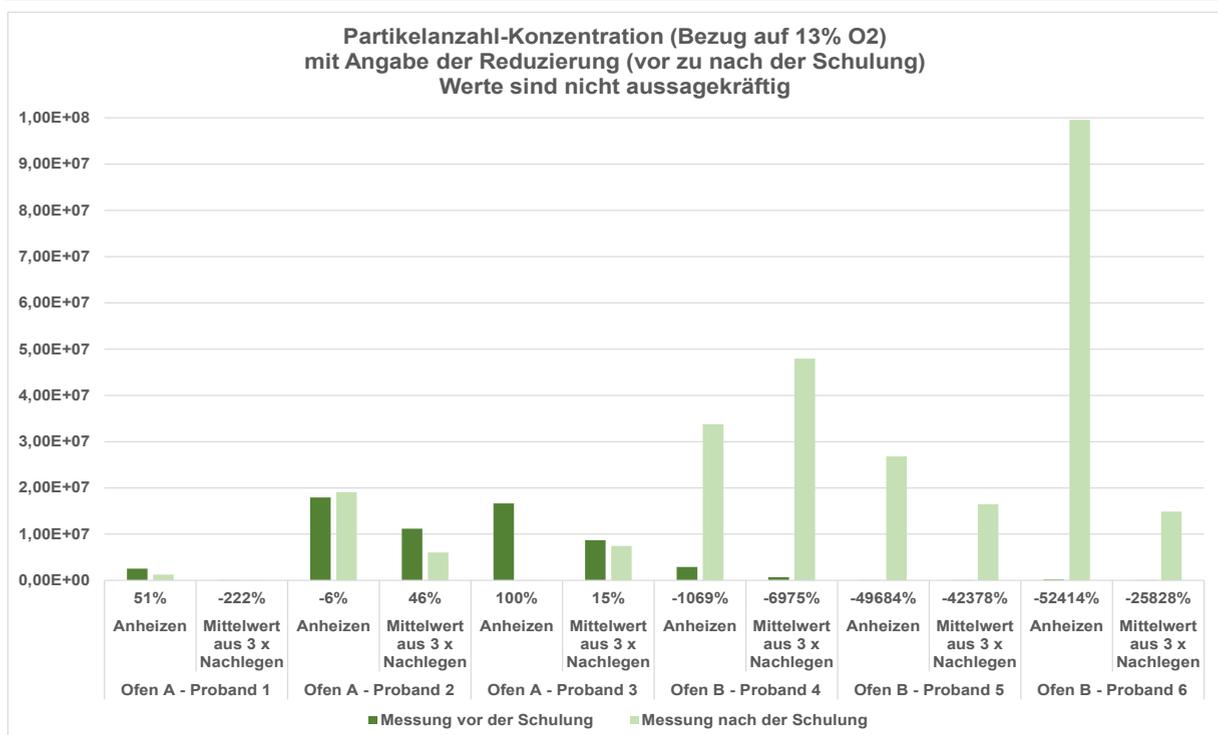


Die auf der x- Achse dargestellten Zahlenwerte vergleichen die Emissionen vor der Schulung mit den Emissionen nach der Schulung beim gleichen Probanden. Positive Werte bedeuten eine Minderung der Emissionen nach der Schulung. Negative Werte bedeuten Mehremissionen nach der Schulung.

Darstellung: DBI

Partikelanzahl: Die Partikelanzahlkonzentration konnte nur für wenige Messungen ermittelt werden mit den bereits genannten Einschränkungen. Daher sind die hier zusammengestellten Werte nicht aussagekräftig und sollen nur rein informativ mit aufgeführt werden, um auch die Herausforderungen bei der Bestimmung der Partikelanzahl zu verdeutlichen. Ein Vergleich der Werte untereinander ist nicht möglich, da hier verschiedene Messgeräte mit unterschiedlichen Eigenschaften verwendet wurden.

Abbildung 15: Partikelanzahl-Konzentration vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen

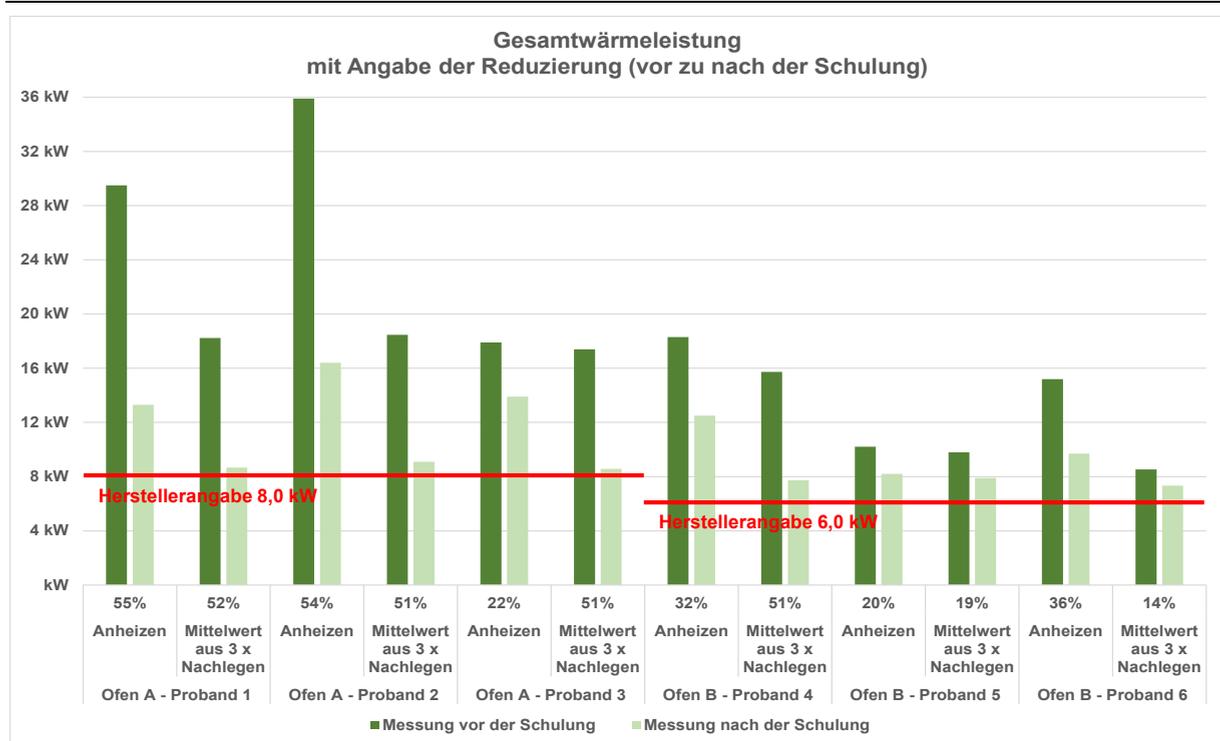


Die auf der x- Achse dargestellten Zahlenwerte vergleichen die Emissionen vor der Schulung mit den Emissionen nach der Schulung beim gleichen Probanden. Positive Werte bedeuten eine Minderung der Emissionen nach der Schulung. Negative Werte bedeuten Mehremissionen nach der Schulung.

Darstellung: DBI

Gesamtwärmeleistung: Die Gesamtwärmeleistung vor der Schulung betrug während des Anheizens zwischen 10 kW (Proband 5) und 36 kW (Proband 2) und nach der Schulung verringerten sich diese auf Werte zwischen 8 kW (Proband 5) und 16 kW (Proband 2). Beim dreimaligen Nachlegen betrug die Gesamtwärmeleistung zwischen 9 kW (Proband 6) und 18 kW (Proband 1) vor der Schulung und verringerte sich beim bestimmungsgemäßen Betrieb nach der Schulung auf 7 kW (Proband 6) und 9 kW (Proband 2). Damit lag vor allem beim Nachlegen die Wärmeleistung im Bereich der Herstellerangaben. Die Probanden konnten demnach mit geringerer Holzmenge eine deutlich längere Abbranddauer erreichen.

Abbildung 16: Gesamtwärmeleistung vor und nach der Schulung, unterteilt in Anzünden und dreimaligem Nachlegen



Die auf der x- Achse dargestellten Zahlenwerte vergleichen die Emissionen vor der Schulung mit den Emissionen nach der Schulung beim gleichen Probanden. Positive Werte bedeuten eine Minderung der Emissionen nach der Schulung. Negative Werte bedeuten Mehremissionen nach der Schulung.

Darstellung: DBI

Neben den hier grafisch aufbereiteten Emissionen bzw. Gesamtwärmeleistungen bewirkte die Schulung auch eine deutliche Verlängerung der Abbrandzeiten und einer Verringerung der Abgastemperatur.

Es ist zu berücksichtigen, dass es sich nicht um repräsentative Messergebnisse handelt, da die Auswahl und Anzahl der Probanden begrenzt war. Um repräsentative Ergebnisse zu erzeugen wäre es notwendig gewesen, viel mehr Probanden auszuwählen, was jedoch in der Bearbeitungszeit mit dem vorhandenen Budget nicht möglich war.

Dennoch belegen diese Vergleichsmessungen eindeutig den Erfolg der Schulung. Somit kann die Einführung des Ofenführerscheins einen deutlichen Beitrag zur Emissionsminderung leisten, wenn die Nutzenden eine gut durchdachte und vorbereitete Schulung durch geschulte Trainerinnen und Trainer erhält und die vermittelten Inhalte an der eigenen Feuerstätte umsetzt.

3.7 Fazit

Das Forschungsvorhaben zum Ofenführerschein hat gezeigt, dass Betreiberschulungen zur deutlichen Minderung der Luftschadstoffemissionen von handbeschickten Einzelraumfeuerungsanlagen führen können. Die erzielten Forschungsergebnisse decken sich mit Erkenntnissen aus anderen Studien wonach es durch eine Schulung von Ofenbetreibern zu einer Minderung der Luftschadstoffemissionen kommt (z.B. Clean Air by Biomass I und II). Hervorzuheben ist die deutliche Minderung der PAK- und Staubemissionen um über 80%, sowie die Minderung Emissionen an gasförmigen organischen Luftschadstoffe von über 60%. Darüber hinaus kommt es durch einen Betrieb im Einklang mit den Vorgaben des Herstellers der Anlage zu einer effizienteren Wärmeerzeugung. Dies führt zu Brennstoffeinsparung und hilft eine thermische Überlastung der Anlage und möglicherweise Beschädigung zu vermeiden.

Die Schulung von Ofenbetreibern kann somit eine sinnvolle und ergänzende Maßnahme in kommunalen Luftreinhalteplänen darstellen um die Emissionen an Benzo(a)pyren (B(a)P) und Feinstaub (PM10 und PM2,5) zu reduzieren und gleichzeitig Ressourcen zu schonen, indem der Einsatz von Holzbrennstoffen in Privathaushalten gesenkt wird. Auch als Luftqualitätsmaßnahme in Luftkurorten kann die Betreiberschulung ebenfalls dazu beitragen die Feinstaub-, PAK- und Rußemissionen der privaten Haushalte weiter zu reduzieren.

Für Ofenhersteller bietet eine Betreiberschulung den Vorteil, dass die Kundenzufriedenheit und Kundenbindung erhöht und mögliche Beanstandungen reduziert werden können. Für den Betreiber können die Erkenntnisse aus einer Betreiberschulung zu einer effizienteren Nutzung von Brennstoff in der eigenen Anlage und somit zur Einsparung von Geld beitragen.

Ob eine Betreiberschulung online oder als Kurs in Anwesenheit angeboten und durchgeführt werden sollte, kann im Rahmen dieses Forschungsvorhaben nicht beantwortet werden. Die Vor- und Nachteile verschiedener Schulungsformate sind in Tabelle 2 enthalten und können eine Hilfestellung bieten.

4 Quellenverzeichnis

- BAuA (2010): ASR A4.3 Erste-Hilfe-Räume, Mittel und Einrichtungen zur Ersten Hilfe. GMBI 2018, S. 446, zuletzt geändert GMBI 2022, S. 247.
- BAuA (2012): ASR A3.6 Lüftung. GMBI 2012, S. 92, zuletzt geändert GMBI 2018, S. 474.
- BAuA (2018): ASR A2.2 Maßnahmen gegen Brände. GMBI 2018, S. 446, zuletzt geändert GMBI 2022, S. 247.
- BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH (2023): Clean Air II: Wir brennen für saubere Luft. https://best-research.eu/content/de/kompetenzbereiche/alle_projekte/view/615 (Zugriff: 6. Juni 2024).
- Bundesverband Deutscher Stiftungen (o. D.). Stiftungssuche. <https://stiftungssuche.de/stiftungssuche> (Zugriff: 6. Juni 2024)
- CSA Group (2020): Performance testing of solid-fuel-burning heating appliances (B415.1-10 (R2020)). <https://www.csagroup.org/store/product/B415.1-10/> (Zugriff: 6. Juni 2024).
- DGUV (2011): Sicheres Arbeiten in Laboratorien: Grundlagen und Handlungshilfen. <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/828/sicheres-arbeiten-in-laboratorien> (Zugriff: 6. Juni 2024).
- DGUV (2013): Unfallverhütungsvorschrift: Grundsätze der Prävention. <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/2909> (Zugriff: 6. Juni 2024)
- DTV & DHV (2005): Begriffsbestimmungen / Qualitätsstandards für Heilbäder und Kurorte, Luftkurorte, Erholungsorte - einschließlich der Prädikatisierungsvoraussetzungen - sowie für Heilbrunnen und Heilquellen – https://www.deutscher-heilbaederverband.de/fileadmin/user_upload/themen/PDF-Dateien/Publikationen/Inhaltsverzeichnis_01.pdf (Zugriff: 6. September 2024).
- EPA (2023): EPA Certified Wood Stoves. <https://www.epa.gov/burnwise/epa-certified-wood-stoves> (Zugriff: 6. Juni 2024).
- Fraser Basin Council (o. D.): Wood Smoke Education Online Course. https://www.fraserbasin.bc.ca/woodsmoke_info.html#course (Zugriff: 6. Juni 2024).
- HKI (2022): Richtig Heizen mit Holz: Bundesweites Schulungsangebot. https://ratgeber-ofen.de/de/presse/2022_178/richtig-heizen-mit-holz-bundesweites-schulungsangebot_197 (Zugriff: 6. Juni 2024).
- Klima- und Energiefonds (2022): Clean Air by Biomass. <https://www.klimaundenergiemodellregionen.at/ausgewaehlte-projekte/best-practice-projekte/showbpp/289> (Zugriff: 6. Juni 2024).
- Mack, R., Schön, C., Kuptz, D. & Hartmann, H. (2019): Nutzereinflüsse auf das Emissionsverhalten von Kaminöfen. Anzünden, Lufteinstellungen, Brennstoff. https://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/festbrennstoffe/dateien/tfz_bericht_61_nutzereinfluesse.pdf (Zugriff: 6. Juni 2024).
- Metro Vancouver (2023): Air Map. <https://gis.metrovancouver.org/maps/Air> (Zugriff: 6. Juni 2024).
- PGAIR (2015): Burn it Clean Course: Master Burner. <https://www.pgairquality.com/Programs/teach/master-burner-program> (Zugriff: 6. Juni 2024).
- RAL UMWELT (2020): Das Umweltzeichen Blauer Engel - Kaminöfen für Holz (DE-UZ 212), Vergabekriterien (Version 8). <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20212-202001-de-Kriterien-V8.pdf> (Zugriff: 6. Juni 2024).

- Schwabl, Manuel (2020): Optimaler Einsatz von Biomasse-Festbett-Technologien in erneuerbaren integrierten Energielösungen. Vortrag bei 6. Mitteleuropäischen Biomassekonferenz, 23. Januar, Graz. https://best-research.eu/files/publications/pdf/1_Schwabl_CleanAir_Emission.pdf (Zugriff: 6. Juni 2024).
- Smart Forward Minds GmbH (2022): Ofenführerschein Selbstlernkurs. <https://www.ofenakademie.de/der-ofenfuhrerschein-selbstlernkurs> (Zugriff: 6. Juni 2024)
- Stadt Reutlingen (o. D.): Ofenführerschein. <https://www.reutlingen.de/de/Ofenfuehrerschein> (Zugriff: 6. Juni 2024).
- Sturmlechner, Rita, Laszlo Golicza, Harald Stressler, Joachim Kelz, Franziska Klausner, Gabriel Reichert, Christoph Schmidl, Manuel Schwabl, Ernst Höftberger und Walter Haslinger (2019): Real life emissions of domestic wood heating appliances – Results of a field campaign in the Clean Air by biomass project. In: Conference Proceedings of WSED Young Biomass Researchers Conference 2019. Veranstaltung: World Sustainable Energy Days, Wels. https://www.researchgate.net/publication/331547852_Real_life_emissions_of_domestic_wood_heating_appliances_-_Results_of_a_field_campaign_in_the_Clean_Air_by_biomass_project (Zugriff: 6. Juni 2024).
- TÜV SÜD Industrie Service GmbH (2021): Anforderungen und Nachweise für Einzelraumfeuerstätten für Scheitholz. <https://www.tuvsud.com/de-de/-/media/de/industry-service/pdf/broschueren-und-flyer/is/real-estate/technische-gebaeudeausruestung-und-aufzuege/feuerungstechnik-waermetechnik-abgastechnik/is-taf-zertifizierungsprogramm-feuerstaetten-nachweise.pdf> (Zugriff: 6. Juni 2024).
- UBA (2022): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2020. Dessau. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen> (Zugriff: 6. Juni 2024).
- White, R. W. (1959). Motivation reconsidered: The concept of competence. *Psychological Review*, 66(5), 297–333. <https://doi.org/10.1037/h0040934>.
- Wirtschaftsnachrichten Süd (2017): Luftqualität und Biomasse: realitätsnahe Testverfahren zur Reduktion von Luftschadstoffen. *Wirtschaftsnachrichten Süd*, Nr. 9: Ö33. https://www.wirtschaftsnachrichten.com/wp-content/uploads/2019/04/WNS_0917.pdf (Zugriff: 6. Juni 2024).
- ZIV - Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks - Zentralinnungsverband (2024). Liste der Landesinnungsverbände und Innungen. <https://www.schornsteinfeger.de/landesinnungsverbaende-und-innungen.aspx> (Zugriff: 6. Juni 2024)