



Asche zu Asche – Staub zu Staub

Statusstudie elektrostatischer Staubabscheider für Kamin- und Kachelöfen



IMPRESSUM

Herausgeber:

Clean Exhaust Association e.V. CEA, vertreten durch den geschäftsführenden Vorstand
Steinweg 20
95032 Hof
Registernummer im Lobbyregister des Deutschen Bundestags: R006556

Redaktion und Gestaltung:

Dr. rer. pol. Johannes R. Gerstner, MBA
Office Berlin
Rahel-Hirsch-Straße 10
3. OG
10557 Berlin
www.johannes-r-gerstner.com
office@johannes-r-gerstner.com
Kennnummer Transparenzregister der Europäischen Union: 406830653163-86
Registernummer im Lobbyregister des Deutschen Bundestags: R004918

© Clean Exhaust Association e.V.
Redaktioneller Stand: 31. Oktober 2024

Holzwärme ohne Nachteile – mit elektrostatischem Staubabscheider

Eine **sinnvolle Wärmewende ist ohne Biomasse nicht denkbar** und **ohne Kamin- und Kachelöfen nicht umsetzbar**. Um alle Vorteile wie **CO₂-Freundlichkeit** und **Versorgungssicherheit** vollständig ausspielen zu können, dürfen **keine Kompromisse bei der Luftreinhaltung** eingegangen werden.

Der elektrostatische **Staubabscheider** ist eine **verfügbare Technologie**, die nicht nur serienreif, sondern schon **überall am Markt erhältlich** ist. Mit ihrer Hilfe können die besonders gefährlichen **Feinstaubemissionen im Bereich PM_{2.5}** und kleiner dauerhaft **um 90 Prozent und mehr gesenkt** werden. Und: sie ist **universell und unabhängig vom Brennstoff** (Scheitholz/Pellets) anwendbar. Der elektrostatische Staubabscheider ist **eine Lösung** zur Emissionsminderung neben weiteren, wie etwa **Abbrandsteuerung oder Katalysator**. Idealerweise werden diese **Technologien miteinander verknüpft**, um **optimale Erfolge** in der **Luftreinhaltung** zu erzielen.

Eine von **EU-Gesetzgebung getriebene und möglicherweise polarisierende Regulierung**, die die Installation und die Aufstellung von **Einzelraumfeuerstätten erschwert**, kann durch den Einsatz von elektrostatischen Staubabscheidern **verhindert werden**. Somit bleiben **11,7 Millionen Feuerstätten** als **ökologische und versorgungssicherer Bestandteil im Wärmemix** erhalten.

Markthindernisse müssen jetzt **aus dem Weg geräumt** werden, um nachhaltige Lösungen für **bessere Emissionswerte von Einzelraumfeuerstätten** zu erhalten. Nur wenn der Staubabscheider wirtschaftlich erfolgreicher als jetzt ist, wird er auch in einigen Jahren als **breit einsetzbare Lösung** über alle Ofentypen hinweg **zur Emissionsminderung** zur Verfügung stehen. Und vom wirtschaftlichen Erfolg hängt auch die künftige Preisgestaltung ab. **Je mehr** elektrostatische Staubabscheider verkauft werden, **desto günstiger** können diese in Serie produziert werden. Mit der Verbreitung wächst auch die **Erfahrung der handwerklichen Betriebe**, die die Geräte in die Abgasanlagen einbauen. So gelingt der **Einbau schneller und günstiger** als heute.

Folgende Punkte müssen jetzt umgesetzt werden, um das volle Potenzial der Feuerstätten zu heben:

- Eine **durchdachte Anschubförderung** muss dem elektrostatischen Staubabscheider einen **breiteren Markteintritt ermöglichen**, um dann im weiteren Verlauf einen **stabilen und für viele bezahlbaren Preis** zu schaffen.
- **Besonders emissionsarme Feuerstätten**, also auch mit elektrostatischen Staubabscheider ausgestattete, sollen **bau- oder förderrechtlich privilegiert** werden, etwa bei KfW-Förderungen oder in Gebieten mit besonderen Anforderungen an den Emissionsschutz.
- Mit **Staubabscheidern ausgestattete Feuerstätten** sollen **grundsätzlich als emissionsarm** anerkannt und damit weiterbetrieben werden dürfen (angelehnt an § 26 der aktuellen BImSchV)

- Forschung im **Bereich emissionsarme energetische Verwertung** von Biomasse muss weiter **gefördert** werden, damit fortwährend weitere **technologische Innovationen** entstehen und in der Breite umgesetzt werden können. Auch der Staubabscheider ist **noch nicht am Ende der technologischen Fahnenstange** angelangt.

Der Staubabscheider benötigt JETZT klare Unterstützung, um auch in Zukunft als Produkt verschiedener Hersteller in einem marktorientierten Umfeld zur Verfügung zu stehen. Nur so kann er einen Beitrag zum Erhalt von Biomasseeinzelraumfeuerung auch in Zeiten hoher Anforderungen an die Luftreinhaltung leisten.

Inhalt

Holzwärme ohne Nachteile – mit elektrostatischem Staubabscheider.....	2
Grußwort.....	8
1. FAQs.....	9
1.1. Kauf.....	9
Wo kann ich einen elektrostatischen Staubabscheider kaufen?.....	9
Wie viel kostet ein elektrostatischer Staubabscheider?.....	9
Wie ist die Preisentwicklung bei Staubabscheidern?	9
1.2. Einbau	10
Kann jeder Ofen mit einem elektrostatischen Staubabscheider nachgerüstet werden?	10
Wo kann ein elektrostatischer Staubabscheider eingebaut werden?.....	10
Spielt der Schornsteintyp beim Einbau eines elektrostatischen Staubabscheiders eine Rolle?.....	10
Wer installiert einen elektrostatischen Staubabscheider?.....	10
Brauche ich einen Stromanschluss?.....	10
1.3. Betrieb	11
Hört man den Staubabscheider, während er in Betrieb ist?	11
Wie viel Strom benötigt der elektrostatische Staubabscheider?	11
Ist die Hochspannung im Staubabscheider gefährlich?.....	11
Kann man den Ofen auch bei ausgeschaltetem Abscheider betreiben, etwa bei Stromausfall?	11
Beeinträchtigt ein elektrostatischer Staubabscheider die Leistung meines Ofens?	12
1.4. Reinigung und Wartung.....	12
Muss ein elektrostatischer Staubabscheider gereinigt werden?	12
Kann der Schornsteinfeger weiterhin normal die Abgasanlage reinigen?	12
Muss der Schornsteinfeger Anlagen mit Staubabscheider öfter reinigen?.....	12
1.5. Leistung von Staubabscheidern.....	12
Was ist Feinstaub?	12
Wie wirksam ist ein elektrostatischer Staubabscheider?.....	13
Was sagt der Abscheidegrad über die Leistung eines Staubabscheiders aus?	13
Gibt es weitere Bezeichnungen für elektrostatische Staubabscheider?	13
Gibt es auch Staubabscheider, die nicht nach dem elektrostatischen Prinzip arbeiten?	13
Wie wirksam filtern Katalysatoren Feinstaub?	14
Wie wirksam filtern passive Filter den Feinstaub?	14
1.6. Technische Funktion	14
Wie funktioniert ein elektrostatischer Staubabscheider?	14

Welche Stoffe filtert der elektrostatische Staubabscheider aus dem Abgas?	15
Entfernt der Staubabscheider Gerüche?	15
Entfernt der Staubabscheider Rauch?	16
Reduziert der Staubabscheider Rauchgeruch im Innenraum?	16
1.7. Rechtliches	16
Ist der elektrostatische Staubabscheider Pflicht in Deutschland?	16
Welche juristischen Vorteile habe ich beim Einbau eines elektrostatischen Staubabscheiders?	16
Welche Zulassungen sollte ein Staubabscheider haben?	17
Muss ein Schornsteinfeger den Staubabscheider abnehmen?	17
2. Deep Dive technische Luftreinhaltung	18
2.1. Feinstaub	18
Emissionsquellen	18
Abgasbestandteile eines Holzofens	18
2.2. Technik der elektrostatischen Staubabscheider	19
Wirkungsweise	19
Abscheidegrad und Leistung	21
Einbau	22
Betrieb	25
Reinigung	26
Weitere Möglichkeiten zur Emissionsminderung	26
2.3. Standards und Regelungen	29
Technische Definitionen und Normen	29
Regulatorischer Rahmen Luftreinhaltung Europa	31
Regulatorischer Rahmen Luftreinhaltung Deutschland	32
2.4. Impact auf Luftreinhaltung	34
Wie viele Öfen gibt es in Deutschland?	34
Luftreinhaltung in Deutschland	36
Einfluss von Holzverbrennung auf die Luftreinhaltung	38
Annahmen für die Modellrechnungen	41
Szenario 1: Nachrüstung von austauschpflichtigen Geräten oder Austausch	42
Szenario 2: Ausstattung aller Neugeräte bis 2030 mit einem elektrostatischen Staubabscheider	43
Szenario 3: (Teilweise) Ausstattung/Austausch des gesamten Gerätebestands	46
2.5. Ökonomische Daten	49
Anbieter und Interessensvertretung	49
Marktsituation und Kosten	49

2.6. Ansätze zur stärkeren Verbreitung von Staubabscheidern.....	51
Gesteigerte Nachfrage durch ökologisches Bewusstsein	51
Gesteigerte Nachfrage durch negative Anreize (Regulierung)	52
Gesteigerte Nachfrage durch positive Anreize (Förderung).....	53
Gesteigerte Nachfrage durch positive Anreize (Privilegien).....	53
Gesamteinschätzung.....	54
3. Zusammenfassung und Fazit.....	55
Quellen	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emissionsfaktoren im zeitlichen Verlauf (Quelle UBA2024c).....	40
Tabelle 2: Modellannahmen und Quellen.....	42
Tabelle 3: Verbesserung Gesamtstaub Szenario 1	43
Tabelle 4: Einsparungen Feinstaub absolut Szenario 1	43
Tabelle 5: Verbesserung Gesamtstaub anteilig Szenario 2	44
Tabelle 6: Einsparungen absolut Szenario 2.....	45
Tabelle 8: Verbesserung Gesamtstaub Masse und Anzahl anteilig Szenario 3	47
Tabelle 8: Einsparungen Feinstaub absolut Szenario 3.....	48

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bestandteile eines Staubabscheiders (Quelle: Oekosolve)	15
Abbildung 2: Größenbereich/Zusammensetzung Feinstaubfraktionen (Quelle: UBA 2024b)	19
Abbildung 3: Funktionsprinzip elektrostatischer Staubabscheider (Quelle: OekoSolve)	20
Abbildung 4: Das elektrostatische Feld in einem Abscheider (Quelle: Kutzner+Weber)	20
Abbildung 5: Messbezogene Abscheidegrade Abscheider (Quelle: UBA 2024c).....	22
Abbildung 6: Elektrostatischer Staubabscheider am Kaminofen (Quelle: Kutzner+Weber) ...	23
Abbildung 7: Aufbau elektrostatische Staubabscheider auf dem Dach (Quelle: Exodraft).....	24
Abbildung 8: Einbau unter dem Dach (Quelle: OekoSolve)	25
Abbildung 9: Kombi elektrostatischer Staubabscheider/Katalysator (Quelle: Schröder).....	28
Abbildung 10: Alter der Kamin- und Kachelöfen (ZIV 2024).	35
Abbildung 11: Absatz von Einzelraumfeuerungen 2008-2020 (Quelle: FNR o.J. nach HKI).....	36
Abbildung 12: PM10-Jahresmittelwerte (Quelle: Umweltbundesamt)	37
Abbildung 13: PM2.5-Jahresmittelwerte (Quelle: Umweltbundesamt)	38
Abbildung 14: PM2.5-Emissionen 2022 (Quelle: UBA 2024e)	39
Abbildung 15: PM10 aus Kleinfeuerungsanlagen (Quelle: Umweltbundesamt)	39
Abbildung 16: PM2.5 aus Kleinfeuerungsanlagen (Quelle: Umweltbundesamt)	40
Abbildung 17: Kumulierte Verbesserung Szenario 2 in Prozent	45
Abbildung 17: Einsparungen absolut Szenario 2.....	46
Abbildung 18: Verbesserung Gesamtstaub Masse und Anzahl anteilig Szenario 3.....	47
Abbildung 19: Einsparungen absolut Szenario 3.....	48

Grußwort

Liebe Leser,

eine gelingende Wärmewende kann auf Biomasse nicht verzichten. Das gilt für Wärmenetze ebenso wie für Zentralheizungen und ganz besondere Einzelraumfeuerstätten – also Kamin- und Kachelöfen. Öfen machen unabhängig, entlasten Wärme- und Stromnetze und schaffen Akzeptanz für Veränderungen. Die Menschen lieben Ihre Öfen, sie wollen sie effizient und emissionsarm betreiben. Seit einigen Jahren gibt es die Möglichkeit, Öfen mit elektrostatischen Staubabscheidern auszustatten.

Als Hersteller elektrostatischer Staubabscheider haben wir die Erfahrung gemacht, dass über diese Möglichkeit der Emissionsreduzierung zu wenig bekannt ist, sowohl in der Öffentlichkeit als auch in der Politik und sogar teilweise in Fachkreisen. Manchmal entstehen so Missverständnisse, die vermeidbar wären. Das betrifft zum einen die Funktionsweise der Geräte, zum anderen auch die Leistungsfähigkeit. Mit dieser Statusstudie wollen wir eine Informationsgrundlage schaffen, um über eine von mehreren Zukunftsoptionen für Kamin- und Kachelöfen zu sprechen. Denn eines ist klar – angesichts steigender Anforderungen an die Luftreinhaltung vor allem aus Brüssel wird man über die derzeitigen Anstrengungen zur Emissionsminderung aus Holzfeuerung hinausgehen müssen.

Diese Studie soll aber noch mehr. In drei Szenarien modellieren wir die Möglichkeiten, die der elektrostatische Staubabscheider für die Luftreinhaltung, Wärmewende und auch Ofenbranche bietet, außerdem machen wir Vorschläge, wie die Technologie weiter in den Markt gebracht werden kann. Wir wünschen Ihnen viel Vergnügen beim Lesen der Texte, unserer Ideen und Modelle. Wir ermutigen Sie ausdrücklich, unsere Vorschläge gründlich zu hinterfragen und in eine weitere Diskussion zu bringen. Denn nur dann werden wir gemeinsam einen sinnvollen Weg in eine ökologische Wärmezukunft gehen können.



Ihr

Alexander Root

Vorstandsvorsitzender



Ihr

Bernd Weishaar

Stellvertretender Vorstandsvorsitzender

1. FAQs

Auch wenn Staubabscheider eine seit Jahren bewährte Technologie sind, und vor allem bei Biomassekesseln zur gängigen Praxis gehören, gibt es vor allem bei den Lösungen für Kamin- und Kachelöfen erfahrungsgemäß viele Fragen. Aus diesem Grund stellt die vorliegende Studie die häufigsten Fragen und Antworten zusammen, die bei Anbietern, Behörden und im Handwerk gestellt werden. Die Antworten haben den Stand von Sommer 2024. Stets aktuelle Informationen finden sich auf der Seite des Verbandes www.cea-network.org. Auch das Umweltbundesamt hat Hinweise zum Einsatz von Staubabscheidern auf seiner Website¹ veröffentlicht.

1.1. Kauf

Wo kann ich einen elektrostatischen Staubabscheider kaufen?

Einen Staubabscheider kann man vom Ofenbauer, im Ofenhandel oder vom Fachhandel beziehen. Adressen von Ofenbauern gibt es etwa beim Gesamtverband Ofenbau e.V. GVOB unter <https://www.kachelofenwelt.de/service/kachelofenbauer-adressen/>. Wichtig ist, dass der Händler auch gleichzeitig eine Beratung anbietet oder gleich den Einbau mit übernimmt. Je spezialisierter ein Händler auf Kamin- und Kachelöfen ist, desto spezifischer kann er beraten. Natürlich können auch die Staubabscheiderhersteller selbst angefragt werden, etwa über die Website www.cea-network.org.

Wie viel kostet ein elektrostatischer Staubabscheider?

Eine pauschale Aussage ist schwer möglich, da besonders der Einbau des Staubabscheiders sehr individuell ist. So hängen die Gesamtkosten beispielsweise davon ab, wo der Abscheider eingebaut wird, wie gut zugänglich der Einbauort ist und ob noch weitere Arbeiten wie eine (meist ohnehin überfällige) Schornsteinsanierung oder die Installation einer Steckdose notwendig ist. Einen zuverlässigen Kostenvoranschlag kann der Schornsteinbauer, Ofenbauer oder ein anderes Fachunternehmen erstellen. Der Vorteil des elektrostatischen Staubabscheiders ist auf jeden Fall, dass die Folgekosten gering sind. Es gibt keine Teile, die in vorgesehenen Intervallen ausgetauscht werden müssen, wie etwa bei manchen Katalysatoren.

Wie ist die Preisentwicklung bei Staubabscheidern?

Aktuell sind Staubabscheider noch relativ teuer, da sie nicht in großen Stückzahlen produziert werden. Aus anderen Technologiebereichen wie etwa der Automobilindustrie weiß man, dass die Stückpreise rapide sinken, sobald sie in Serie produziert werden. Auch gibt es momentan keine Förderung für elektrostatische Staubabscheider für Kamin- oder Kachelöfen, anders als etwa für Biomassekessel (Stand Sommer 2024).

¹ <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/staubabscheider-fuer-einzelraumfeuerungsanlagen#gewusst-wie>

1.2. Einbau

Kann jeder Ofen mit einem elektrostatischen Staubabscheider nachgerüstet werden?

Grundsätzlich kann jede Einzelraumfeuerstätte mit einem elektrostatischen Staubabscheider nachgerüstet werden.

Wo kann ein elektrostatischer Staubabscheider eingebaut werden?

Ein elektrostatischer Staubabscheider kann grundsätzlich an jeder Stelle zwischen Holzofen und Schornsteinmündung eingebaut werden. Nachrüstlösungen für bereits installierte Kamin- und Kachelöfen werden meist auf den Schornstein oder in das letzte Stück des Schornsteins eingebaut. Hat der Kamin- oder Kachelofen einen Staubabscheider integriert, befindet sich dieser in den meisten Fällen direkt über dem Feuerraum im Ofen. In modernen Biomassekesseln (Zentralheizungen) ist oft schon ein Staubabscheider eingebaut.

Spielt der Schornsteintyp beim Einbau eines elektrostatischen Staubabscheiders eine Rolle?

Grundsätzlich kann jeder Schornsteintyp, der für einen Holzofen geeignet ist, mit einem Staubabscheider ausgestattet werden, egal ob aus Metall, Beton oder gemauert. Wichtig ist, dass sich der Schornstein in einem guten Zustand befindet und statisch für den Ein- oder Aufbau eines Staubabscheiders geeignet ist. In einigen Fällen kann eine Schornsteinsanierung sinnvoll sein – diese wäre dann allerdings auch ohne Staubabscheider längst überfällig. Fachunternehmen für Sanierungen finden Sie beim Fachverband Schornsteintechnik e.V. (www.fachverband-schornsteintechnik.de).

Wer installiert einen elektrostatischen Staubabscheider?

Elektrostatische Staubabscheider werden zumeist von auf Schornsteinbau spezialisierten Fachbetrieben eingebaut. Eine Liste von Unternehmen stellt der Fachverband Schornsteintechnik e.V. zur Verfügung (www.fachverband-schornsteintechnik.de). Teilweise bieten auch handwerkliche Ofenbauer den Einbau an, Fachbetriebe finden sich etwa unter den Mitgliedern des Gesamtverbands Ofenbau e.V. GVOB (<https://www.kachelofenwelt.de/service/kachelofenbauer-adressen/>). Auch der Schornsteinfeger kann der richtige Ansprechpartner sein (<https://www.schornsteinfeger.de>).

Brauche ich einen Stromanschluss?

Ja, der elektrostatische Staubabscheider benötigt für den Betrieb Strom. Allerdings reicht eine oft schon im Dachboden vorhandene einfache Haussteckdose mit 230 Volt aus. Ansonsten kann ein Elektrofachbetrieb meist schnell und einfach eine entsprechende Steckdose oder Leitung installieren. Sprechen Sie darüber unbedingt im Vorfeld mit dem Unternehmen, das den Staubabscheider installiert.

1.3. Betrieb

Hört man den Staubabscheider, während er in Betrieb ist?

Grundsätzlich ist die Abscheidung der Partikel geräuschlos, es kommt aber trotzdem zu betriebsbedingten Geräuschen. Ist der Staubabscheider mit einer Reinigungsautomatik ausgestattet, dann hört man in der Regel den Reinigungsvorgang. Bei einigen Geräten wird während des Betriebs standardmäßig im Abstand von einigen Stunden für wenige Sekunden „gerüttelt“. Je näher man sich am Abscheider befindet, desto deutlicher hört man den Vorgang. An der Feuerstätte selbst ist das Geräusch allenfalls leise wahrzunehmen. Ist der Staubabscheider mit einem aktiven Rauchsauger ausgestattet, kann auch das Geräusch des Ventilators als leichtes Rauschen wahrgenommen werden. Der Ventilator ist allerdings nicht durchgehend aktiviert, auch wird bei vielen Geräten die Lüftergeschwindigkeit geregelt, sodass man im normalen Betrieb kaum etwas wahrnimmt. Es kann etwa bei hoher Luftfeuchtigkeit in seltenen Fällen zu ungefährlichen elektrischen Überschlägen kommen, die möglicherweise im Außenbereich für einen kurzen Moment hörbar sind.

Wie viel Strom benötigt der elektrostatische Staubabscheider?

Der jährliche Stromverbrauch hängt stark von der Nutzung des Holzofens ab. Im Durchschnitt benötigen die Staubabscheider im Betrieb etwa 30 Watt pro Stunde, im Standby etwa zwei Watt pro Stunde. Das ist in etwa vergleichbar zu einem modernen Flachbildfernseher.

Ist die Hochspannung im Staubabscheider gefährlich?

Der Staubabscheider arbeitet mit Hochspannung, in der Regel zwischen 15.000 und 30.000 Volt. Allerdings ist die Stärke mit maximal 2 Milliampere recht gering. Würde man einen Stromschlag von einem Staubabscheider bekommen, wäre das vergleichbar mit der Berührung eines Weidezauns. Dennoch ist es wichtig, vor jeder Reinigung oder Wartung den Ausschalter zu betätigen und kurz zu warten. Zusätzlich kann man den Staubabscheider ausstecken, wenn der Stromanschluss nicht fest installiert ist. Was Sie bei den einzelnen Staubabscheidern noch beachten müssen, erfahren Sie in der Betriebsanleitung Ihres Geräts.

Kann man den Ofen auch bei ausgeschaltetem Abscheider betreiben, etwa bei Stromausfall?

Ja, im Notfall kann der Ofen auch bei ausgeschaltetem elektrostatischem Abscheider betrieben werden. Das sollte jedoch die absolute Ausnahme sein. Zwar ist bei jedem elektrostatischem Abscheider sichergestellt, dass er auch im ausgeschalteten Zustand den Rauch sicher abführt, der Abscheider kann aber wesentlich schneller verschmutzen oder sogar beschädigt werden. Es empfiehlt sich, nach einem Ofenbetrieb mit ausgeschaltetem Abscheider das Gerät im Anschluss vom Fachmann überprüfen zu lassen.

Beeinträchtigt ein elektrostatischer Staubabscheider die Leistung meines Ofens?

Nein, es kann aber positive Auswirkungen geben. Verfügt der Abscheider etwa über einen Rauchsauger, wird der Zug optimiert und der Ofen verbrennt effizienter. Man braucht weniger Holz für die gleiche Wärmeleistung.

1.4. Reinigung und Wartung

Muss ein elektrostatischer Staubabscheider gereinigt werden?

Einige elektrostatische Staubabscheider haben eine automatische Reinigung. Dabei sorgt ein Rüttelmechanismus dafür, dass die eingefangenen Partikel als Asche zurück in den Schornstein fallen. Alle elektrostatischen Staubabscheider müssen allerdings regelmäßig auch von Hand gereinigt werden. In der Regel reicht es aus, den Staubabscheider zu öffnen und die Elektrode sowie die anderen Bauteile schnell zu reinigen, beispielsweise mit einem Lappen und Druckluft. Dabei kann der Staubabscheider auch gleich auf seine Funktionsfähigkeit hin überprüft werden. Genauere Informationen finden sich in der Bedienungsanleitung des jeweiligen Geräts. Die Reinigung kann der Schornsteinfeger übernehmen.

Kann der Schornsteinfeger weiterhin normal die Abgasanlage reinigen?

Auch mit Staubabscheider kann der Schornstein normal und regelmäßig im Großen und Ganzen ohne höheren Aufwand gereinigt werden. Dazu kann der Schornsteinfeger entweder von unten oder bei einer vorhandenen Reinigungsöffnung auch von oben putzen. Diese Öffnung kann in den meisten Fällen auch mit einem Adapter nachgerüstet werden, etwa bei Staubabscheidern auf dem Dach. Um den Staubabscheider nicht zu beschädigen, sollte man vorher unbedingt die Reinigungshinweise in der Bedienungsanleitung beachten und den Schornsteinfeger informieren. Am besten, man hat zum Reinigungstermin die Bedienungsanleitung bereits parat.

Muss der Schornsteinfeger Anlagen mit Staubabscheider öfter reinigen?

Wird der Schornstein bereits wie empfohlen in jeder Heizsaison gereinigt, dann sollte das in den meisten Fällen ausreichen. Tatsächlich merkt man den Einsatz eines Staubabscheiders nicht in der Häufigkeit der Reinigung, sondern in ihrer Intensität. Die Aschemenge wird sich signifikant erhöhen – diese Menge ist ohne Staubabscheider einfach so durch den Schornstein geblasen worden.

1.5. Leistung von Staubabscheidern

Was ist Feinstaub?

Feinstaub besteht aus winzigen Partikeln in der Luft, die durch natürliche Prozesse und menschliche Aktivitäten entstehen und eingeatmet werden können. Besonders relevant ist Feinstaub aus Holzfeuerungen, wie Kamin- oder Kachelöfen. Beim Verbrennen von Holz entstehen Partikel und Gase, die Feinstaub erzeugen. Diese Partikel können je nach Größe unterschiedlich tief in die Atemwege eindringen: Größere Partikel (PM10) setzen sich in den oberen

Atemwegen fest, während kleinere Partikel (PM_{2,5}) bis in die Lungenbläschen gelangen können. Feinstaub aus Holzfeuerungen kann giftige Bestandteile enthalten und gesundheitliche Probleme wie Atemwegserkrankungen und Herz-Kreislauf-Probleme verursachen.

Wie wirksam ist ein elektrostatischer Staubabscheider?

Ein elektrostatischer Staubabscheider kann einen Großteil der Partikel aus dem Abgas entfernen. Bemisst man die Effizienz nach der Anzahl, werden elektrostatisch herstellerübergreifend im Schnitt über 90 Prozent der Partikel entfernt, nach der Masse etwa 70 Prozent. Bei Abscheidern für Kamin- und Kachelöfen, die nicht elektrostatisch arbeiten, ist der Abscheidegrad meist viel geringer. Daher erkennt das Bundesumweltministerium den elektrostatischen Staubabscheider auch als „Stand der Technik“ an (Stand Sommer 2024) und empfiehlt einen Abscheidegrad von über 50 Prozent Masse.

Was sagt der Abscheidegrad über die Leistung eines Staubabscheiders aus?

Mit Hilfe des so genannten Abscheidegrades kann die Leistung von verschiedenen Technologien verglichen werden. Dabei kann man die Abscheideleistung auf zwei Arten messen. Entweder, man wiegt die Partikel, die der Abscheider zurückgehalten hat, oder man zählt sie. Beide Methoden haben Vor- und Nachteile. Das Wiegen ist die aktuell (2024) gängige Methode bei der Zulassung oder der Beurteilung durch öffentliche Stellen. Die Methode ist technisch relativ einfach umzusetzen und kann über verschiedene Geräte gut verglichen werden. Allerdings sagt das Wiegen der Partikel wenig über die Leistungsfähigkeit bei der Minderung von besonders kleinen und damit gesundheitsschädlichen Partikeln aus. Hier kommt das Zählen ins Spiel. Die Anzahl der zurückgehaltenen Partikel ist bei der Bewertung insgesamt aussagekräftiger, allerdings technisch auch aufwändiger. Inzwischen gibt es jedoch zuverlässige Methoden, die auch mit einem überschaubaren Aufwand aussagekräftige Ergebnisse liefern.

Gibt es weitere Bezeichnungen für elektrostatische Staubabscheider?

Ja, die Geräte werden auch Elektroabscheider, Elektrofilter, Elektrostaten oder Partikelabscheider genannt. Es gibt auch Geräte, die nur Staubabscheider heißen, hier muss man prüfen, ob sie tatsächlich mit einem elektrostatischen Feld arbeiten oder ob es sich um so genannte passive Filter handelt.

Gibt es auch Staubabscheider, die nicht nach dem elektrostatischen Prinzip arbeiten?

Ja, üblich sind neben elektrostatischen Staubabscheidern auch Katalysatoren und filternde Abscheider. Katalysatoren und filternde Abscheider verringern den Durchmesser des Schornsteins beziehungsweise reduzieren durch Ihren Aufbau den Schornsteinzug. Elektrostatische Abscheider reduzieren den Schornsteindurchmesser, wenn dann nur gering und haben nur eine sehr geringe Einwirkung auf die Zugverhältnisse.

Wie wirksam filtern Katalysatoren Feinstaub?

Katalysatoren reduzieren neben weiteren Stoffen die sogenannten organischen Partikel, aus denen sich Ruß und Teer bilden. Sie tragen dazu bei, dass weniger Feinstaub gebildet wird, halten jedoch weniger Partikel zurück als elektrostatische Staubabscheider. Ihre Hauptaufgabe ist also nicht die Reinigung des Abgases von Partikeln, sondern von weiteren toxischen Stoffen. Ein Nebeneffekt dabei ist, dass einige Partikel dennoch von Katalysatoren zurückgehalten werden. Der Nachteil dabei ist, dass diese Stoffe im Katalysator bleiben, dessen Aktivität vermindern und zur Verblockung des Abgaskanals führen können. Außerdem verlieren Katalysatoren über die Zeit Ihre Aktivität. In der Bedienungsanleitung steht, wann der alte Katalysator durch einen neuen ersetzt werden muss. Aus Sicherheitsgründen sollte man diese Wartungsintervalle genau einhalten, da sonst der Schornstein verstopfen könnte.

Wie wirksam filtern passive Filter den Feinstaub?

Filternde Abscheider sind meist passive Filter wie Fäden, Membrane, Schaumkeramiken oder andere Gewebe. Sie halten den Staub im Abgas zurück, er bleibt im Filter hängen. Daher müssen diese Filter ebenso wie Katalysatoren regelmäßig ausgetauscht oder gereinigt werden. In einigen Fällen ist es notwendig, ein Gebläse einzubauen, da die Filter den Schornsteinzug teilweise stark reduzieren.

1.6. Technische Funktion

Wie funktioniert ein elektrostatischer Staubabscheider?

Das Prinzip ist ähnlich wie bei einem Luftballon, den man an seinem Pullover reibt. Es entsteht ein elektrisches Feld, mit dem man etwa seine Haare zu Berge stehen lassen kann. Der elektrostatische Staubabscheider erzeugt mit Spannung ebenso ein Magnetfeld, mit dem er die Staubpartikel auflädt. Die so geladenen Partikel setzen sich dann an der Wand des Schornsteins ab und verklumpen dort, aus Feinstaub wird sozusagen Grobstaub. Dieser Staub gelangt nicht mehr in die Umwelt, sondern bleibt in der Abgasanlage.

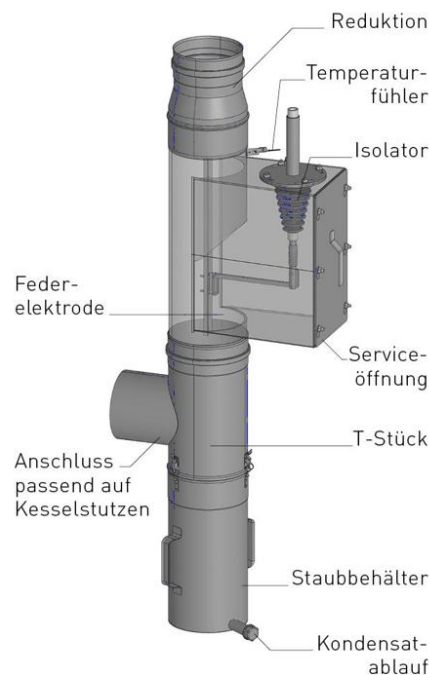


Abbildung 1: Bestandteile eines Staubabscheiders (Quelle: Oekosolve)

Welche Stoffe filtert der elektrostatische Staubabscheider aus dem Abgas?

Verbrennt man Holz, dann entsteht Abgas. Dieser Prozess ist physikalisch bedingt und kann auch nur in Grenzen beeinflusst werden. Ein elektrostatischer Staubabscheider kann die besonders gesundheitskritischen Feststoffe aus dem Abgas filtern. Bei der Verbrennung von natürlichem Holz (unbehandelt, nicht verarbeitet) bilden sich Stäube, die aus Mineralien, Ruß und Teeren bestehen. Eine effiziente Feuerstätte nach modernen Vorgaben kann Ruß und Teere bereits von sich aus gut reduzieren. Mineralische Stäube können am effizientesten technisch durch einen elektrostatischen Staubabscheider reduziert werden. CO-Emissionen filtert ein elektrostatischer Abscheider nicht, das können wiederum Katalysatoren.

Entfernt der Staubabscheider Gerüche?

Für die einen Romantik, für die anderen Belästigung – der Geruch eines Holzfeuers wird unterschiedlich wahrgenommen. Meist entstehen unangenehme Gerüche durch Fehlbedienung oder die Verbrennung von ungeeignetem Brennstoff. Aber auch bei sachgerechter Nutzung steigt einem unter Umständen ein typischer „Kamingeruch“ in der Umgebung in die Nase. Das liegt in Teilen an den so genannten polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), die für den Menschen als Geruch wahrgenommen werden. Diese PAK sind ein Bestandteil des Abgases – Feinstaub ein anderer. Elektrostatische Staubabscheider entfernen lediglich einen Großteil des Feinstaubs, nur im geringen Maße Gerüche. Bei Katalysatoren ist es genau andersherum. Sie können wesentlich weniger Feinstaub als elektrostatische Staubabscheider filtern, dafür reduzieren sie nachweislich PAK und weitere Schadstoffe.

Entfernt der Staubabscheider Rauch?

Der mit dem Auge wahrnehmbare Rauch besteht im Wesentlichen aus Rußpartikeln unterschiedlicher Größe. Da der elektrostatische Abscheider Partikel reduziert, wird auch eine sichtbare „Rauchfahne“ verringert. Was bleibt, ist ein höherer Anteil von Wasserdampf, der dann als weißer Rauch wahrgenommen wird.

Reduziert der Staubabscheider Rauchgeruch im Innenraum?

Der Abscheider allein nicht. Aber: Wenn der Staubabscheider mit einem Rauchsauger ausgestattet ist, sorgt er auch beim Öffnen der Ofentür für einen guten Zug – es riecht im Innenraum dann weniger nach dem Ofenfeuer.

1.7. Rechtliches²

Ist der elektrostatische Staubabscheider Pflicht in Deutschland?

Nein, weder elektrostatische Staubabscheider noch Katalysatoren oder passive Filter sind in Deutschland verpflichtend. Es ist jedoch denkbar, dass künftige Gesetzgebung niedrigere Grenzwerte bei Holzöfen und -kaminen vorsieht. Ein Staubabscheider wäre dann die aktuell effizienteste Möglichkeit (Stand 2024), Feinstäube wirksam zu reduzieren.

Welche juristischen Vorteile habe ich beim Einbau eines elektrostatischen Staubabscheiders?

Das Bundesimmissionsschutzgesetz bzw. die für Kamin- und Kachelöfen gültige Verordnung 1. BImSchV sieht vor, dass Geräte, die zwischen dem 1. Januar 1995 und dem 21. März 2010 geprüft wurden, maximal 4 Gramm Kohlenmonoxid pro Kubikmeter Abgas und maximal 0,15 Gramm Feinstaub pro Kubikmeter Abgas ausstoßen dürfen. Sie müssen den Anforderungen der 2. Stufe der 1. BImSchV entsprechen. Öfen, die nach dem 31. Dezember 2024 weiterbetrieben werden sollen, müssen diese Werte nachweisen. Das kann entweder durch den Hersteller passieren (schriftlicher Nachweis), über eine Messung durch den Schornsteinfeger (Kosten zwischen üblicherweise 400 bis 500 Euro) oder die Nachrüstung mit einer Staubminderungseinrichtung nach dem Stand der Technik. Handelt es sich um einen hochwertigen Heizeinsatz, der fest eingemauert ist und nicht ohne größere Umbaumaßnahmen ausgetauscht werden kann, dann erlaubt der Einbau eines elektrostatischen Staubabscheiders ohne weitere Messung oder Prüfung durch den Schornsteinfeger den Weiterbetrieb nach dem 31. Dezember 2024. Auch in anderen Fällen ist ein Weiterbetrieb möglich, es kann jedoch sein, dass zusätzliche Messungen durch den Schornsteinfeger notwendig sind. Da die Regeln von Bundesland zu Bundesland und manchmal sogar von Kommune zu Kommune durchaus

² Diese Antworten wurden nach bestem Wissen und Gewissen mit Stand August 2024 zusammengestellt. Es handelt sich nicht um eine Rechtsberatung, eine Gewähr wird nicht übernommen. Die Autoren weisen darauf hin, dass diese Antworten nur zur Orientierung dienen und rechtsverbindliche Antworten ausschließlich der Bezirksschornsteinfeger oder die zuständige Aufsichtsbehörde geben kann.

unterschiedlich gehandhabt werden, lohnt sich eine Nachfrage beim zuständigen Schornsteinfeger oder der Gemeinde.

Welche Zulassungen sollte ein Staubabscheider haben?

Die baurechtliche Zulassung erteilt das Deutsche Institut für Bautechnik DIBt auf der Grundlage von Prüfprotokollen bei unabhängigen Prüfinstituten. In der Zulassung beziehungsweise Prüfgrundlagen stehen die technischen Details wie Abscheidegrad (Leistungsfähigkeit), Einsatzbereich (etwa Pellet und/oder Scheitholz) für den Abscheider und das entsprechende Zubehör. Die elektronische Steuerung muss CE-konform sein und als elektrisches Gerät eine IP-Schutzklasse nachweisen. Als Bestandteil des Schornsteins müssen – wie beim Schornstein selbst – etwa Temperaturbeständigkeit und Schutz vor alterungsbedingten Schäden (beispielsweise durch Kondensat) nachgewiesen werden. Diese Informationen können Schornsteinfeger, der Handel und Hausbesitzende in der Datenbank des DIBt nachlesen (<https://www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche>) oder direkt beim Hersteller anfragen oder auf der Website herunterladen.

Muss ein Schornsteinfeger den Staubabscheider abnehmen?

Ja, weil es sich um eine Veränderung der Abgasanlage handelt. Dabei wird der Schornsteinfeger berücksichtigen, ob der Querschnitt des Schornsteins verändert wird, wie der Abstand zu brennbaren Materialien ist und ob weitere baurechtliche Bestimmungen eingehalten werden. Es ist zu raten, dass man den Schornsteinfeger vor dem Einbau bereits befragt.

2. Deep Dive technische Luftreinhaltung

2.1. Feinstaub³

Auch wenn es sich bei Holz um ein Naturprodukt handelt, haben einzelne Bestandteile des Abgases eine schädliche Wirkung auf Lebewesen. Bei der Betrachtung der Folgen von Feinstaubbelastungen ist insbesondere die Größe der fraglichen Staubpartikel relevant. In Abhängigkeit des Ursprungs und der Größe haben Stäube unterschiedliche physikalische und chemische Eigenschaften. Auch bei der Betrachtung der Auswirkungen auf den Menschen ist die Größe relevant.

Je feiner ein Staub, desto schädlicher ist er für den Menschen. Für die statistische Erfassung wird Staub in drei Kategorien aufgeteilt: Grobstaub (Durchmesser des Partikels größer/gleich 10 µm), PM10 (Durchmesser des Partikels weniger als 10 µm) und PM2,5 (Durchmesser des Partikels weniger als 2,5 µm). „Gröberer“ Staub mit einem Durchmesser von größer oder gleich 10 µm wird über den Mund oder die Nase eingeatmet. Diese Partikel verbleiben auf Grund ihrer Größe in den oberen Atemwegen. Sie reizen die Atemwege und führen zu Husten oder Niesen. Problematischer sind die PM10 genannten Partikel von einer Größe unter 10 µm. Sie dringen als „lungengängige“ Partikel tiefer ein und können etwa in den Bronchien chronische Atemwegsprobleme verursachen. Feinere Staubpartikel mit einem Durchmesser von unter 2,5 µm (PM2,5) können bis in die kleinen Lungenbläschen vordringen. Dort tragen sie wesentlich zu chronischen Lungen- und Herzkreislauferkrankungen bei. Eine noch stärkere Belastung geht von ultrafeinen Partikeln aus: Ihr Durchmesser ist kleiner als 0,1 µm (PM0,1). Aufgrund der Größe können sie sich leichter im Körper verteilen und Ursache für chronische Herz- oder Hirnerkrankungen sein. Nach der Berechnung der Europäischen Umweltagentur EEA sind für das Jahr 2020 in Deutschland 28.900 frühzeitige Todesfälle durch Feinstaub zu erklären (EEA 2022).

Emissionsquellen

Größte Emissionsquelle von PM2,5 waren 2020 „Haushalt und Kleinverbraucher“ (21.800t). Direkt dahinter folgt als zweitgrößter Emittent der Verkehr mit 21.500t. Industrieprozesse sind mit 21.000t drittgrößte Feinstaubquelle für PM2,5-Emissionen. Diese drei Quellen sind damit mit 79,2 Prozent der Gesamtemissionen die Hauptquellen für Feinstaub in Deutschland. Wie Feinstaub wirksam reduziert werden kann, zeigt der Verkehrsbereich. Hier gab es die höchste Reduktion seit der Ersterhebung von PM2,5 im Jahr 1995. Grund dafür ist vor allem der flächendeckende Einsatz von Partikelfiltern bei Dieselfahrzeugen.

Abgasbestandteile eines Holzofens

Grundsätzlich besteht das Abgas eines Kamin- oder Kachelofens aus Ruß, Schadstoffen und Gasen (für eine ausführliche Auflistung siehe UBA 2021a und TFZ 2019). Die Forschung unterteilt die Emissionen aus der Verbrennung der Hauptbestandteile von Holz (bestehend aus

³ Siehe dazu auch Gerstner (2024)

Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) (TFZ 2019)) in folgende Stoffe: Stoffe aus der vollständigen Verbrennung (Oxidation), nämlich Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Wasserdampf (H₂O), Stoffe aus der unvollständigen Verbrennung wie Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (VOC, Teere und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK), Ruß, sowie Stoffe aus im Holz enthaltenen Spurenelementen und Verunreinigungen, das sind gasförmige Stickstoff-, Schwefel und Kaliumverbindungen sowie Dioxine und Furane.

Auf die Emission eines Kamin- oder Kachelofens haben viele Faktoren einen Einfluss (vgl. UBA 2024b). Neben dem Kamin- oder Kachelofen selbst (etwa Größe, Brennraumgeometrie, Speicherkapazität) oder dem Brennstoff (trockenes, entrindetes Holz) kann vor allem der Nutzer selbst die Emissionen beeinflussen.

Bezeichnung	Partikelgröße d _p	Anzahl
Anorganische Salzpartikel	< 100 nm	Alkali-Salze aus den Komponenten K ⁺ , Na ⁺ , SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , OH ⁻ , CO ₃ ²⁻ , NO ₃ ⁻
Anorganische Rußpartikel und OC	< 120 nm	Ruß, Anlagerung von Organik-Komponenten wie PAK, Phenole und andere semi- bzw. schwerflüchtige OC sowie PCDD/F durch Adsorption
Anorganische oxidische Partikel	120 - 10,000 nm	Oxide von Schwermetallen (Zn, Fe, Mn u.a. in Spuren wie Cr, Cu, Pb, Cd), Kondensation von Alkali-Komponenten
Anorganische Aschepartikel und unverbrannte Brennstoffpartikel	> 10,000 nm	Erdalkali-/Übergangsmetall-Verbindungen (Ca, Mg, Al, Fe als Oxide, Sulfate, Silikate, Phosphate), Kohlenstoff-Verbindungen

Abbildung 2: Größenbereich/Zusammensetzung Feinstaubfraktionen (Quelle: UBA 2024b)

2.2. Technik der elektrostatischen Staubabscheider

Wirkungsweise

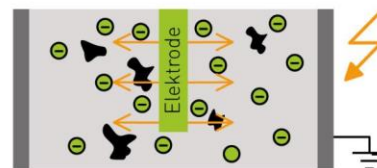
Elektrostatische Staubabscheider sind der derzeitige Goldstandard der Emissionsminderung bei Kamin- und Kachelöfen. Sie garantieren die höchste Abscheidequote im Vergleich zu anderen Technologien wie Katalysator oder Abbrandsteuerung (vgl. UBA 2024c).

Der elektrostatische Staubabscheider ist unter vielen Namen bekannt: Partikelabscheider, Elektrostatische, aktiver Feinstaubfilter, manchmal auch verkürzt nur als Staubabscheider. Der Name ist nicht wichtig, umso wichtiger aber ist die Wirkungsweise. Ein elektrostatischer Staubabscheider arbeitet nach dem Prinzip eines Luftballons, der an einem synthetischen Pullover oder Schal gerieben wird. Die Oberfläche des Luftballons lädt sich statisch auf, Fusseln und Haare bleiben am Ballon „kleben“. Oder anders gesagt: Der elektrostatische Staubabscheider macht Feinstaub sichtbar und wandelt ihn in Grobstaub.

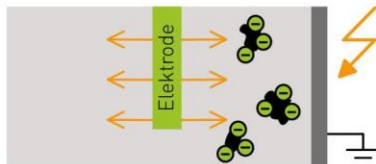
Funktionsprinzip



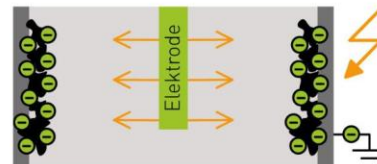
1. Feinstaubpartikel strömen mit der Abluft durch den Abgaskanal.



2. Durch eine Hochspannungselektrode werden Ladungsträger freigesetzt.



3. Die Feinstaubpartikel werden elektrostatisch geladen und zur Kaminwand bewegt.



4. Der Feinstaub sammelt sich an der Kaminwand in Form von Grobstaub.

Abbildung 3: Funktionsprinzip elektrostatischer Staubabscheider (Quelle: OekoSolve)

Der elektrostatische Staubabscheider lädt die Staubpartikel in einem Gleichspannungsfeld bei einer Spannung zwischen 15.000 und 30.000 Volt mit einer Elektrode elektrostatisch auf. Die geladenen Partikel bewegen sich im elektrischen Feld zur Abscheideelektrode (Schornsteinwand). Dort lagern sie sich an und verklumpen zu Grobstaub. Es gibt noch andere Prinzipien, doch bei Kamin- und Kachelöfen ist diese „Trockenentstaubung“ genannte Methode am verbreitetsten (vgl. HaustechnikDialog 2019a).



Abbildung 4: Das elektrostatische Feld in einem Abscheider (Quelle: Kutzner+Weber)

Abscheidegrad und Leistung

Die Wirksamkeit des Staubabscheiders ist den meisten anderen verbreiteten Minderungstechnologien überlegen. Um die Leistung zu zeigen, wird der Abscheidegrad bestimmt. Das kann auf zwei Arten passieren: Entweder wiegt man die zurückgehaltenen Partikel insgesamt und vergleicht das Gewicht mit den Partikeln, die ohne Abscheider ausgestoßen wurden, oder man zählt die Partikel.

Das Wiegen der Partikel hat einen entscheidenden Vorteil: Es ist relativ leicht umzusetzen und beliebig reproduzierbar.⁴ Der Nachteil ist allerdings, dass durch den so genannten Wiedereintrag des gebundenen Feinstaubes mit betrachtet wird, der allerdings bei weitem nicht so gesundheitsrelevant wie der Feinstaub ist. Gerade diese kleinen Partikel sind es, die die höchste gesundheitliche Gefahr darstellen und aus dem Abgas entfernt werden sollen (vgl. UBA 2024b). Wie gewogen wird, ist in der VDI-Richtlinie 2066 Blatt 1 festgelegt. Verkürzt gesagt wird die Staubmenge ohne Abscheider und mit Abscheider (natürlich nach dem Abscheider) nach einer gewissen Betriebsdauer des Testofens gemessen. Ein weiterer Nachteil ist die große Messunsicherheit, auch Messfehler genannt. Diese wird vom VDI-Arbeitskreis bei Messgeräten von Schornsteinfegern mit 40 Prozent festgelegt (FNR 2024).

Besser ist es, die Partikel zu zählen, um eine Aussage über alle Partikel machen zu können. Bislang gab es noch kein technisch umsetzbares, verbindliches Verfahren. Ein Ringversuch des Hessischen Landesumweltamtes im Auftrag des Bundesumweltamtes hat allerdings ergeben, dass es durchaus möglich ist, zuverlässige und vergleichbare Werte zu produzieren (UBA 2024c). Eine Bewertung des Deutschen Biomasseforschungszentrums DBFZ im Auftrag des Umweltbundesamtes UBA ergab, dass eine Partikelzählung nicht nur die Gesundheitsbelastung viel besser erfasst, sondern auch für Feuerstätten mit geringem Staubausstoß geeigneter ist.

Unter Laborbedingungen war es möglich, eine Massereduzierung von 84 Prozent zu erzielen, die Anzahl konnte um 97 Prozent reduziert werden. Bei Messungen mit eingeschaltetem Partikelabscheider wurden Partikelanzahlkonzentrationen von etwa 0,4 bis 0,7 Millionen Partikel pro cm³ gemessen, ohne Elektrofilter wurden mittlere Konzentrationen von etwa 15 bis 25 Millionen Partikel pro cm³ gemessen (UBA 2024c). Da die Bedingungen im Realbetrieb oft nicht so ideal sind wie im Labor, gehen die Abscheiderhersteller von einem zuverlässig zu erreichenden Abscheidegrad (Masse) von etwa 70 Prozent aus. Zählt man die Partikel, erreichen die Geräte zuverlässig über 80 Prozent, Tendenz eher zu 90 Prozent. Diese Schätzungen werden auch (zumindest für die Aussage zur Masse) von Forschungsprojekten bestätigt (UBA 2024c).

⁴ Eine Übersicht über zugelassene Geräte zur gravimetrischen Messung von Partikeln findet sich unter FNR (2024).

	Bereich Abscheidegrad	Mittelwert Abscheidegrad	Jahr der Veröffentlichung
CCA-Prototyp	54% bis 70%	-	2015
Airjekt 1 (Zumikron)	-62% bis 73%	17%	2010
	-45% bis 70%	11%	
Airjekt 1 (Zumikron)	8% bis 31%	-	2015
OTI	8% bis 61%	-	2017
	46% bis 80%		
OTI	70% bis 83%	-	2016

Abbildung 5: Messbezogene Abscheidegrade Abscheider (Quelle: UBA 2024c)

Für elektrostatische Abscheider gilt: Je mehr Staub im Rohgas ist, desto schlechter funktioniert der Abscheider (UBA 2024c). Entscheidend ist vor allem die Anzahl der Staubteilchen im Abgas. Der Abscheider muss die Teilchen elektrostatisch aufladen können. Dieses elektrische Feld entsteht zwischen der Sprühelektrode und der Abscheideelektrode. Die Stärke des Feldes hängt von der Länge der Elektroden und der angelegten Hochspannung ab. Die Spannung kann jedoch nicht unbegrenzt erhöht werden, da sonst elektrische Überschläge auftreten und das Feld zusammenbricht. Viele geladene Teilchen zwischen den Elektroden schwächen das elektrische Feld, da sie ein Gegenpotenzial bilden. In extremen Fällen entstehen an der Sprühelektrode keine freien Ladungsträger mehr, neue Teilchen können nicht aufgeladen werden und der Abscheider verliert seine Wirksamkeit. Oder anders gesagt: Ein Abscheider funktioniert am besten mit einem modernen und emissionsarmen Ofen.

Einbau

Ein Staubabscheider kann an jeder Stelle des Schornsteins eingebaut werden. Die aktuell am Markt befindlichen Geräte zur Nachrüstung eines Schornsteins werden meist auf oder unter dem Dach eingebaut. Es gibt auch elektrostatische Staubabscheider, die bereits im Ofen integriert sind.



Abbildung 6: Elektrostatischer Staubabscheider am Kaminofen (Quelle: Kutzner+Weber)

Baut man den Staubabscheider auf das Dach, ist er quasi die Verlängerung des Schornsteinkopfes. Dort ist er maximal wirksam, allerdings ist die Installation und die Wartung

aufwändiger als unter dem Dach. Die Installation ist besonders auf Flachdächern allerdings relativ einfach, auch bei Satteldächern mit einer Arbeitsplattform für den Schornsteinfeger ist der Einbau nicht besonders schwer. Zum Betrieb muss ein Stromkabel vom Staubabscheider durch das Dach geführt werden.



Abbildung 7: Aufbau elektrostatische Staubabscheider auf dem Dach (Quelle: Exodraft)

Unter dem Dach wird der elektrostatische Staubabscheider meist im Dachboden oder Speicher eingebaut. Hier ist meist ohnehin eine Putztüre für den Kamin vorhanden. Diese wird entfernt und eine neue Putztüre mit Staubabscheider eingebaut. Eine Steckdose ist oft schon vorhanden.

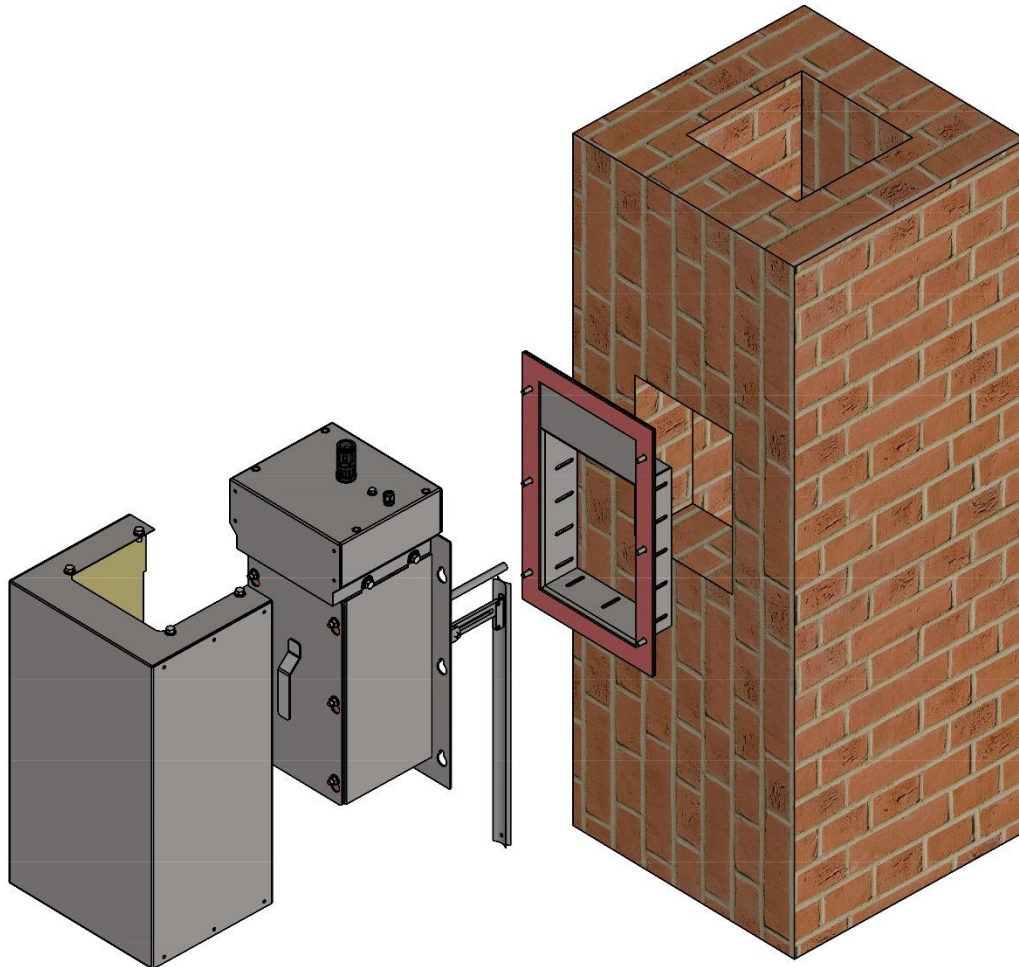


Abbildung 8: Einbau unter dem Dach (Quelle: OekoSolve)

Betrieb

Der elektrostatische Staubabscheider benötigt für den Betrieb Strom. Obwohl er mit Hochspannung zwischen 15.000 und 30.000 Volt arbeitet, ist die Stärke des Stroms mit 2 Milliampere und einer Leistung von 30 W recht gering. Der Abscheider ist damit etwa so „gefährlich“ wie ein Weidezaun. Dennoch muss er bei der Wartung vorher durch den Ein-Aus-Schalter stromlos gemacht werden, zusätzlich kann man das Stromkabel aus der Steckdose ziehen.

Apropos Steckdose: Alle elektrostatischen Staubabscheider für Kamin- und Kachelöfen werden mit 230 Volt, also ganz normalem Haushaltsstrom betrieben. Der Stromverbrauch bei vollem Betrieb liegt im Mittel bei 30 Watt, das ist etwa die Leistungsaufnahme eines modernen Fernsehers. Im ausgeschalteten Zustand sind es etwa 0,7 bis 2 Watt.

Der elektrostatische Staubabscheider selbst macht im Betrieb kein Geräusch. Es kann jedoch unter ungünstigen Bedingungen sehr selten zu Überschlägen kommen. Diese sind ungefährlich, man kann sie jedoch als Knall bzw. „Elektrizitätsgeräusch“ hören. Wie gesagt, solche Geräusche kommen nur sehr selten vor. Ist ein Staubabscheider mit einem Rauchsauger ausgestattet, kann man diesen Rauchsauger bei voller Leistung als leises Rauschen wahrnehmen.

Die Rauchsauger regeln jedoch meist variabel ihre Leistung und sind oft in einer niedrigen Stufe nicht wahrzunehmen. Auch schalten die Rauchsauger sich nur zu, wenn sie benötigt werden.

Reinigung

Ob ein Staubabscheider funktioniert, sieht der Ofennutzende oft sehr schnell an den Aschemengen, die der Schornsteinfeger aus dem Schornstein holt. Es ist nicht ungewöhnlich, dass die Aschemenge sich verfünffacht. Kein Wunder: Der ganze Staub, der sonst in die Umgebung gepustet wurde, wird nun eingefangen und bleibt im Schornstein.

Manche Staubabscheider reinigen sich selbst, dabei schüttelt ein Rüttelmechanismus die abgeschiedene Asche zurück in den Schornstein. Bei der Reinigung entsteht ein kurzes klopfendes Geräusch, das nach wenigen Sekunden wieder vorbei ist. Im Betrieb reinigen sich diese Abscheider in einem mehrstündigen Intervall.

Doch trotz Reinigungsautomatik muss der elektrostatische Staubabscheider regelmäßig auch manuell gereinigt werden. Diese Reinigung übernimmt in der Regel der Schornsteinfeger, wenn er ohnehin zum Kehren kommt. Je nach Einbauort ist die Reinigung unterschiedlich aufwändig, insgesamt dauert sie jedoch maximal zehn Minuten mehr als das „normale“ Kehren. Sehr wichtig ist, dass die Kamininnenwand und die Elektrode vom Staub befreit wird, da sonst die elektrostatische Aufladung der Partikel und somit die Abscheideleistung reduziert ist und im Extremfall die Gefahr von Kurzschlüssen besteht.

Die Verordnung über die Kehrung und Überprüfung von Anlagen (KÜO) sieht für Schornsteine eine Reinigung von mindestens zwei Mal im Jahr vor. Das reicht normalerweise auch für Anlagen mit Staubabscheider aus, wenn der Kamin- oder Kachelofen nur gelegentlich betrieben wird. Bei einer intensiveren Nutzung kann auch eine regelmäßiger Reinigung notwendig sein, der Schornsteinfeger kann die Situation am besten einschätzen.

Auch wichtig beim Thema Reinigung: Der Schornsteinfeger kann den Schornstein nach wie vor problemlos reinigen, und zwar von oben wie von unten. In der Regel wird eine Reinigungs-klappe bei elektrostatischen Abscheidern auf dem Dach eingebaut, Lösungen unter dem Dach haben nach wie vor eine Putztüre, über die gereinigt werden kann. Sehr wichtig ist, den Schornsteinfeger darauf hinzuweisen, dass ein elektrostatischer Staubabscheider verbaut ist. Vor dem Reinigen muss jedes Gerät stromlos geschaltet werden, bei den meisten Geräten muss die Elektrode ausgehängt werden, da der Abscheider sonst beschädigt werden kann.

Weitere Möglichkeiten zur Emissionsminderung

Katalysatoren und passive Filter

Katalysatoren kennt man vor allem aus dem Automobilbereich, und das schon seit über 40 Jahren. Seit 1989 muss jedes Auto in Deutschland mit einem Katalysator ausgestattet sein, in der Folge hat sich die Luftqualität drastisch verbessert. Bei Kamin- und Kachelöfen werden typischerweise keramische Katalysatoren verwendet, die teilweise mit Edelmetallen beschichtet sind – ähnlich wie im Automobilbau. Der Katalysator wird oberhalb des Brennraums

installiert, sodass das Abgas den Katalysator mit einer hohen Temperatur durchströmt. Dabei lagert sich auch Feinstaub ab, der während des Betriebs durch die hohen Temperaturen des Katalysators wieder freigebrannt wird. Wird der Katalysator allerdings falsch installiert oder ist der Einbauort ungeeignet, kann durch eine schlechtere Verbrennung sogar noch mehr Feinstaub entstehen oder giftiges Kohlenmonoxid produziert werden (HaustechnikDialog 2019b).

Zur Abgasreinigung sind Katalysatoren perfekt geeignet – man muss sich aber die Stoffe ansehen, die gefiltert werden. Ein Katalysator kann bestimmte schädliche Stoffe, die bei der Verbrennung entstehen, reduzieren, besonders Kohlenmonoxid (CO) und flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC). Diese Stoffe werden in unschädliche Endprodukte wie Kohlendioxid (CO₂) und Wasserdampf (H₂O) umgewandelt. Filtert der Katalysator auch Stäube? Die Antwort ist ein klares Nein. Grundsätzlich ist eine katalytische Umwandlung ein chemischer Prozess. Stäube werden nicht umgewandelt, sie bleiben im Katalysator „hängen“. Die Staubminderung ist also ein Nebeneffekt der katalytischen Umwandlung. Daher hält ein Katalysator viel weniger Stäube zurück als ein elektrostatischer Staubabscheider. Auch hat man in der Praxis die Erfahrung gesammelt, dass Katalysatoren öfter gereinigt oder ausgetauscht werden müssen als elektrostatische Staubabscheider. Allerdings sind sie auch günstiger. Wie günstig die Lösung über mehrere Jahre ist, müssen Ofennutzende selbst entscheiden.

Wichtig ist auch, den Abscheidegrad eines Katalysators zu beachten, den manche Hersteller angeben. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) schreibt auf seiner Website, dass ein Abscheidegrad ab 50 Prozent Stand der Technik ist (BMUV 2024). Manche Katalysatoren haben einen maximalen Abscheidegrad von etwas über 30 Prozent (Stand Sommer 2024), andere liegen deutlich darunter. Dies kann eine Rolle spielen, wenn man einen Ofen nachrüsten und legal weiterbetreiben möchte. Aktuelle Forschung legt nahe, dass ein Katalysator allein nicht ausreichend Staub mindert, er aber in Kombination mit einem elektrostatischen Staubabscheider einen maximalen Beitrag zur Luftreinhaltung leistet. Doch auch im Bereich passive Filter bleibt die Entwicklung nicht stehen. Es befinden sich derzeit einige Faden- und Tiefenfilter in der Entwicklung, die möglicherweise in den nächsten Jahren zur Marktreife kommen.

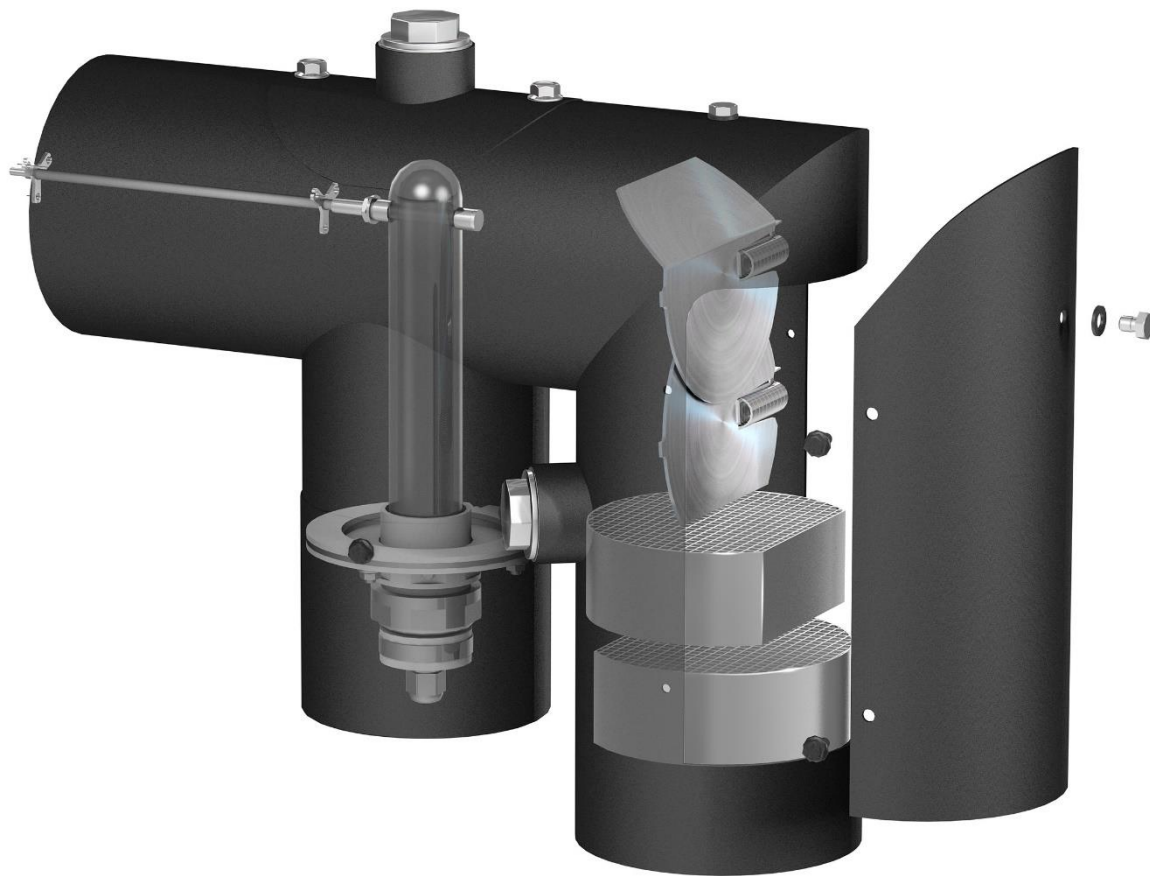


Abbildung 9: Kombi elektrostatischer Staubabscheider/Katalysator (Quelle: Schröder)

Abbrandsteuerung

Beim emissionsarmen Heizen müssen Betreibende einiges beachten. Neben dem richtigen Brennstoff (trockenes und entrindetes Scheitholz in der korrekten Größe) müssen vor allem die Zuluftregelung korrekt bedient und die richtigen Nachlegezeitpunkte gefunden werden. Auch geübte Nutzende haben damit oft Schwierigkeiten (UBA 2024b). Eine Abbrandsteuerung nimmt den Nutzenden, soweit es geht, die Entscheidungen ab und sorgt sensorgesteuert für die richtige Verbrennungsluftmenge. Eine Anzeige informiert, wann und wieviel nachgelegt werden soll.

Der Ofen emittiert so bereits aus zwei Gründen weniger Feinstaub: Erstens verbrennt er effizienter, benötigt also weniger Brennstoff. Zweitens wird die Verbrennung optimiert, es entstehen also weniger Schadstoffe. Aktuell gibt es noch keine wissenschaftliche Erkenntnis, wie viel Feinstaub tatsächlich eingespart wird. Sicher ist jedoch, dass eine Abbrandsteuerung eine ideale Ergänzung eines elektrostatischen Staubabscheiders ist, da sie nicht nur für einen effizienten Betrieb sorgt, sondern auch durch die ideale Verbrennung die Verschmutzung des Abscheiders deutlich reduziert. Eine Steuerung stellt also sicher, dass technische Maßnahmen wie Abscheider und Katalysatoren wirksam arbeiten.

Abgasventilator

Elektrostatische Staubabscheider sind manchmal mit Abgasventilatoren ausgestattet. Die Gebläse gibt es aber auch einzeln ohne Abscheider zu kaufen. Sie sorgen dafür, dass immer der optimale Druck im Schornstein herrscht (UBA 2024b). Warum ist das wichtig? Nur so können die Abgase richtig abgeführt werden und der Abbrand effizient ablaufen. Der richtige Zug entsteht auf natürlichem Wege durch einen Temperaturunterschied zwischen der kälteren Außenluft und dem heißeren Abgas. Daher zieht ein Schornstein auch besser zur kalten Jahreszeit als bei warmen Außentemperaturen. Der richtige Zug hängt aber auch von der Feuerstätte selbst und der Geometrie (also Länge und Durchmesser) des Schornsteins ab. Ein elektrisch betriebener Rauchsauger hilft, den richtigen Unterdruck herzustellen. Die meisten Geräte sind variabel und schalten sich automatisch ein, können aber auch manuell per Schalter oder App eingeschaltet werden.

Kombination aus Katalysator, Abscheider und Abbrandsteuerung

Nachdem es bereits bei der Darstellung von Katalysator, Abbrandsteuerung und Abscheider angesprochen wurde: Eine Kombination der Technologien ist sinnvoll. Das zeigen auch aktuelle Forschungsergebnisse der Hochschule Karlsruhe, der Universität Bayreuth und des Deutschen Biomasseforschungszentrums DBFZ (DBFZ 2022). Sie belegen, dass durch die Kombination von Katalysator, Abscheider und Abbrandsteuerung eine Minderung der gasförmigen Schadstoffe und Staubemissionen von mehr als 80 Prozent möglich ist.

2.3. Standards und Regelungen

Technische Definitionen und Normen

Auf der technischen Seite sind die Normen und Vorschriften für Staubabscheider selbst, aber auch für die Kamin- und Kachelöfen relevant – im Mittelpunkt dieser Studie steht ja genau die Kombination aus beiden Technologien. Einen ausführlichen Überblick über die einzelnen Ofen-Typen liefert auch Gerstner (2024). Auch Biomassekessel (etwa Pelletheizungen) werden mit Staubabscheidern ausgestattet, das ist für diese Arbeit jedoch nachrangig.

Jeder Staubabscheider muss eine baurechtliche Zulassung haben, ausgestellt vom Deutschen Institut für Bautechnik DIBt. Damit die Zulassung erteilt werden kann, müssen die Geräte nach einem festgelegten Prüfprozess von mehreren unabhängigen Prüfinstituten auf Herz und Nieren getestet werden. Dabei ist der Abscheidegrad gar nicht mal so relevant. Die geprüften Geräte müssen lediglich nachweisen, dass sie funktionieren. Dabei müssen sie eine Mindestgrenze von aktuell 50 Prozent gravimetrischer Abscheideleistung erreichen (Stand Sommer 2024). Die Zulassung des DIBt ist eher für die Sicherheit des Gerätes zuständig. Die Zulassung wird nur erteilt, wenn das Gerät nachgewiesenermaßen der Abgastemperatur eines Ofens standhält und widerstandsfähig gegen Alterungsprozesse ist. Da der elektrostatische Abscheider Bestandteil des Schornsteins ist, wird ebenso etwa die Druckfestigkeit oder auch der Abstand zu brennbaren Teilen geprüft. Einen Überblick über die Zulassungen der aktuell erhältlichen Geräte kann man sich auf der Website <https://www.dibt.de/de/service/zulassungs-download/suche> verschaffen.

Technisch beschrieben werden nachgeschaltete Abgasreinigungseinrichtungen bzw. Staubabscheider in der VDI-Richtlinien VDI 3670:2016-04 („Abgasreinigung – Nachgeschaltete Staubminderungseinrichtungen für Kleinfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe“). Das Deutsche Institut für Bautechnik DIBt erteilt „allgemeine baurechtliche Zulassungen für Staubabscheider, die nicht von den geltenden Normen erfasst sind“ und „allgemeine Bauartgenehmigungen für entsprechende Bauarten“ (DIBt 2024), auch die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) regelt den Einbau. Diese wird in den entsprechenden Landesregelungen weiter spezifiziert. Wie die Wirksamkeit eines Staubabscheiders nachgewiesen werden soll, steht in der DIN SPEC 33999:2014-12 „Emissionsminderung – Kleine und mittlere Feuerungsanlagen (gemäß 1. BImSchV) – Prüfverfahren zur Ermittlung der Wirksamkeit von nachgeschalteten Staubminderungseinrichtungen“.

Die Technische Regel VDI 4207 Blatt 2:2016-07 beschreibt, wie Emissionen und Abgaswerte bei Kleinfeuerungsanlagen gemessen werden, die feste Brennstoffe verwenden. Diese Regel gilt für die erstmalige und regelmäßige Überprüfung der Emissionen und Abgasparameter dieser Anlagen, wie sie in der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) und der Kehr- und Überprüfungsordnung (KÜO) festgelegt sind. Die Richtlinie behandelt sowohl die gasförmigen als auch die staubförmigen Emissionen, die von diesen kleinen und mittleren Feuerungsanlagen ausgehen. Sie legt außerdem fest, welche Aufgaben im Vorfeld einer Emissionsmessung zu erledigen sind, um sicherzustellen, dass die Messungen ordnungsgemäß durchgeführt werden. Dazu gehören auch spezielle Anforderungen für Einzelraumfeuerungsanlagen, die feste Brennstoffe nutzen.

Eine wichtige Ergänzung der Richtlinie ist der Katalog der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), der Fragen zur Auslegung der Anforderungen der 1. BImSchV und zur Überwachung beantwortet. Dieser Katalog wird bei der Anwendung der Richtlinie berücksichtigt und hilft, die Vorschriften klar zu verstehen. Die Richtlinie richtet sich hauptsächlich an Schornsteinfeger, die nach der 1. BImSchV und der KÜO Überwachungstätigkeiten durchführen. Ebenso richtet sie sich an bevollmächtigte Bezirksschornsteinfeger, die für die Überwachung der Anlagen zuständig sind. Er wird allerdings nicht durchgängig in allen Bundesländern angewendet.

Was genau ein Kamin- oder Kachelofen ist, wird in einzelnen DIN-Normen definiert. Der größte gemeinsame Nenner zwischen allen Geräten ist, dass es sich um Raumheizer, genauer Einzelraumfeuerstätten handelt. Diese Geräte heizen einen einzelnen Raum und sind – im Gegensatz zu einer Zentralheizung, in der Regel nicht dazu geeignet, ein ganzes Haus mit Wärme und Warmwasser zu versorgen. Doch keine Regel ohne Ausnahme: Es gibt auch Öfen wie etwa Grundöfen, die aufgrund ihrer Leistung und Speichermasse durchaus ein ganzes Haus heizen können. Diese Öfen heizen die Luft auf, anders als eine Zentralheizung, die in der Regel Wasser erwärmt, das dann über Heizkörper oder den Fußboden zirkuliert. Und: Es gibt auch Öfen, die Wasser aufheizen können, so genannte „wasserführende“ Geräte. Sie arbeiten vergleichbar zu einer Zentralheizung, sind aber in der Regel nur als Zusatz oder Rückfalloption gedacht. In dieser Studie begrenzen wir uns auf klassische Öfen, da diese auch den Großteil der Geräte auf dem Markt ausmachen. Wir betrachten Einzelraumfeuerstätten, die mit Scheitholz

(Biomasse) betrieben werden und handbeschickt sind. Das bedeutet, dass man manuell nachlegen muss, anders als etwa bei einer Pelletfeuerstätte.

Bei einem Kaminofen handelt es sich weder um einen Kamin noch einen Ofen, sondern einen Raumheizer nach DIN EN 16510-2-1. Ein Kaminofen wird industriell in größeren Stückzahlen in Serie aus Stahl oder Guss hergestellt und nicht von einem Ofenbauer gemauert. Die Feuerstätte ist „beweglich“, kann also vom Wandanschluss weggeschoben werden. Das ist bei einem gemauerten Kachelofen etwa nicht der Fall. Gebräuchlich ist ebenfalls die Bezeichnung „Schwedenofen“. Sehr günstige Geräte kosten etwa 300 Euro, im Fachhandel werden Geräte ab 2.000 Euro angeboten. Im Durchschnitt haben Kaminöfen eine Nennwärmeleistung zwischen 3 und 23 kW (Gerstner (2024)).

Ein Kachelofen ist gemauert, also fest mit dem Gebäude verbunden, technisch wird er ebenfalls in der DIN EN 16510 behandelt. Kachelöfen sind oft mit Kacheln verkleidet und haben eine große Speichermasse, das Abgas wird über lange Züge geführt. Kachelöfen kosten in der Regel ab 13.000 Euro aufwärts, individuelle oder aufwändige Geräte können jedoch noch wesentlich mehr kosten. Die Nennwärmeleistung liegt zwischen 4 und 15 kW (Gerstner (2024)). Weitere Gerättypen sind Heizkamine und Speicheröfen. Der Heizkamin ist ebenso wie der Speicherofen fest mit dem Gebäude verbunden. Beide nutzen die Speichermasse des Ofens, um gleichmäßig Wärme abzugeben. Der Heizkamin besteht aus einem industriell gefertigten Heizeinsatz, um den handwerklich eine „Hülle“ errichtet wird. Der Speicherofen ist entweder handwerklich (als Grundofen) oder industriell gefertigt (hier gilt die DIN EN 15250).

Schornsteine müssen natürlich feuer- und hitzebeständig sein und sind in der Regel keramisch, aus Edelstahl oder gemauert (vgl. Gerstner 2024). Gemauerte Schornsteine werden oft schon beim Neubau eines Hauses eingeplant, Edelstahlschornsteine gerne bei der Nachrüstung genommen. Schornsteine erzeugen einen so genannten Förderdruck zwischen 12 und 18 Pascal und ziehen das Abgas aus dem Ofen.

Damit die Abgase zuverlässig abgeführt werden, müssen Feuerstätte, Ofen und eine Sekundärmaßnahme wie ein Katalysator oder ein Abscheider aufeinander abgestimmt sein. Zentral ist der Durchmesser des Schornsteins, der auch nach Einbau einer Maßnahme ausreichend sein muss. Auch die wirksame Höhe wird betrachtet. Für die Berechnung gilt einheitlich in Europa die Vorschrift DIN EN 13384. Ansonsten gelten auch die einzelnen Landesbauordnungen sowie die Feuerungsverordnungen der Bundesländer. Für einen Überblick (leider nicht mehr auf dem ganz aktuellen Stand) siehe auch IPS (2019). Ebenfalls von Belang ist die DIN 18 10-1, die die Planung und Ausführung von Abgasanlagen regelt.

Regulatorischer Rahmen Luftreinhaltung Europa

Zentrale Regelung für die Luftreinhaltung in Europa (Immission) ist die am 21. Mai 2008 in Kraft getretene Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa, auch Ambient Air Quality Directive (AAQD) oder Luftqualitätsrichtlinie genannt (EU 2015). Mit Wirkung zum 11. Juni 2010 ersetzte sie die bisherige Luftqualitätsrahmenrichtlinie und weitere Regulierungen zum Thema Luft. Seit 2008 spielt auch PM_{2,5} eine Rolle, vorher wurde nur PM₁₀

reguliert. Europaweit wurden Grenzwerte für Feinstaubpartikel der Größe PM₁₀ eingeführt. Diese Grenzwerte legen fest, dass der Tagesdurchschnitt von 50 µg/m³ nicht mehr als 35 Mal pro Jahr überschritten werden darf. Zudem liegt der erlaubte jährliche Mittelwert bei 40 µg/m³. Am 1. Januar 2005 wurden für die noch kleineren Partikel der Kategorie PM_{2,5} ein europaweites Ziel von 25 µg/m³ im Jahresmittel festgelegt, das seit dem 1. Januar 2010 einzuhalten war. Für die Umsetzung der Luftreinhaltung in den Mitgliedsstaaten ist die Richtlinie (EU) 2016/2284 für nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe zuständig (EU 2016), die so genannte National Emission Ceilings Directive (NEC-Directive), in der Feinstaub adressiert wird.

Produkteigenschaften von Kamin- und Kachelöfen (Emission) werden in der „Commission Regulation (EU) 2015/1185 of 24 April 2015 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for solid fuel local space heaters“, kurz „Ecodesign“, geregelt (EU 2017). Für Kamin- und Kachelöfen, die mit Scheitholz gefeuert werden, gilt für PM₁₀ ein Grenzwert von 40 mg/m³.

Allen drei Regulierungen ist gemein, dass sie sich gerade in der Überarbeitung befinden – in unterschiedlichen Reifegraden (Stand Sommer 2024). Eine neue Ambient Air Quality Directive ist am 24. April 2024 vom Europäischen Parlament verabschiedet worden, der Rat muss noch zustimmen. Ziel der Regulierung ist es, bis 2050 „Zero Pollution“ europaweit zu erreichen. Dazu werden die Grenzwerte bis 2030 dramatisch gesenkt. PM_{2,5} wird etwa von 25 µg/m³ auf 10 µg/m³ herabgesetzt, PM₁₀ von 40 µg/m³ auf 20 µg/m³ im Jahresmittel. Die Tageswerte werden ebenfalls herabgesetzt. PM_{2,5} darf 25 µg/m³ und PM₁₀ 45 µg/m³ nicht öfter als 18-mal im Jahr überschreiten (EU 2022). Auch die NEC-Richtlinie befindet sich in der Überarbeitung, ein Entwurf für Ecodesign wird im Herbst 2024 erwartet.

Es ist davon auszugehen, dass die Grenzwerte im Hinblick auf die Luftreinhaltung europaweit gesenkt und Anforderungen an diese erhöht werden. Mit Auswirkungen auf die Geräte. Die neuen Grenzwerte der noch nicht verabschiedeten AAQD geben einen ersten Hinweis, wo sich die Anforderungen hinbewegen. Es ist damit zu rechnen, dass auch in Deutschland die Ansprüche an die Luftreinhaltung steigen (müssen).

Regulatorischer Rahmen Luftreinhaltung Deutschland

Luftreinhaltungspolitik ist die Anstrengung, die Luftqualität beständig zu verbessern. Zuständige Behörde ist in Deutschland das Umweltbundesamt (UBA) in Dessau, das zum Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) in Bonn bzw. Berlin gehört. In den einzelnen Ländern gibt es eine ähnliche Konstellation aus dem jeweiligen Landesministerium für Umwelt und einem Landesumweltamt.

Das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) geht auf die 1960er Jahre zurück und regelt grundsätzliche Anforderungen an die Luftreinhaltung – nämlich die Immissionen, die Stoffe, die aus der Umwelt auf den Menschen einwirken. Die oben genannten Regelungen kümmern sich vorrangig um Emissionen, also Stoffe, die etwa von Kamin- oder Kachelöfen erzeugt werden. Auch wenn sich jede Immission auf ein oder mehrere Emissionsquellen zurückführen

lässt, sind Immissionen oft diffus (DNR o.J.). Historisch war die gesetzliche Regelung der Luftreinhaltung auch einer der Startpunkte für eine bundesdeutsche Umweltpolitik (taz 2020). Einzelraumfeuerung war dann auch das Thema der 1. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (1. BImSchV) von 1974 – bis heute regelt sie grundsätzlich das Heizen mit Holz in Deutschland. Bei der BImSchV handelt es sich um eine Verordnung, die das zugrundeliegende Gesetz konkretisiert, also den Gesetzgeberwillen umsetzt. Wie jede Verordnung muss auch die 1. BImSchV bei einer Überarbeitung durch den Bundestag und den Bundesrat.

Die letzte umfassende Novellierung der 1. BImSchV trat am 22. März 2010 in Kraft⁵ – vor mehr als 14 Jahren (Stand 2024). Eine grundlegende Überarbeitung erscheint überfällig, zumal der in der 1. BImSchV aufgespannte Zeitrahmen für den Austausch von Feuerstätten o.ä. Ende 2024 endet. Anlagen für feste Brennstoffe müssen bestimmte Grenzwerte für den Ausstoß von Kohlenmonoxid und Staub einhalten. Die erste Stufe dieser Grenzwerte trat am 22. März 2010 in Kraft, gefolgt von einer strengeren zweiten Stufe am 1. Januar 2015. Laut dieser dürfen neue Anlagen (Errichtung nach dem 31. Dezember 2014) die Emissionsgrenzen von 1,25 g/m³ Kohlenmonoxid (Stufe 1 2,0 bis 3,5 g/m³) und 0,04 g/m³ Feinstaub nicht überschreiten (Stufe 1 0,075 g/m³) und der Wirkungsgrad muss je nach Art der Feuerungsstätte zwischen 70 und 90 Prozent betragen.

Durch die fehlende Überarbeitung wird eine Rechtsunsicherheit sowohl für Herstellende als auch Verbrauchende geschaffen – zu beiderseitigem Nachteil. Herstellende haben kaum oder wenig Anreiz, bessere Technologien und Innovationen in den Markt zu bringen, da diese schlicht nicht notwendig sind. Verbrauchende würden diese aufgrund der Mehrkosten gegenüber anderen zugelassenen Geräten auch nicht nachfragen. Ein Beispiel ist die bislang überschaubare Anzahl von Feuerstätten mit dem Blauen-Engel-Zertifikat. Aufgrund fehlender Anreize gibt es hier kaum Neuzulassungen oder eine Nachfrage.

Immerhin: Staubabscheider nach Stand der Technik (laut Aussage von BMUV 2024 mit einem Abscheidegrad von mindestens 50 Prozent gravimetrisch) können dazu verwendet werden, um eigentlich austauschpflichtige Öfen weiter betreiben zu dürfen (§ 26 BImSchV). Dabei gibt es allerdings (zu) enge Grenzen – eine Ausstattung ist nur möglich, wenn der Ofen fest mit dem Gebäude verbunden ist und eine Nachrüstung durch einen aktuellen Heizeinsatz zerstörungsfrei nicht möglich wäre. Würde man die gesetzlichen Regeln entsprechend großzügiger auslegen, wäre ein größerer Anreiz zur Nachrüstung von bestehenden Feuerstätten gegeben. Mit einem direkten Effekt für die Luftreinhaltung.

Trotz ausbleibender Novelle gab es einige für Kamin- und Kachelöfen relevante Änderungen, ebenfalls mit (zumindest symbolischer) Bedeutung für Staubabscheider. Die wichtigste ist die Überarbeitung des § 19, auch „Ableitbedingungen“ genannt. Hier geht es konkret um die Schornsteinhöhen für Kamin- und Kachelöfen. Der Gesetzgeber beabsichtigte, durch eine Erhöhung der Schornsteine für Festbrennstoffe die „Belastung der Außenluft mit gesundheitsgefährdenden Luftschadstoffen [...] zu verringern“ (BR-Drs. 607/21). Aus diesem Grund

⁵ Für einen Überblick über die Überarbeitung siehe UBA (2010).

wurden die Vorschriften für den Neubau oder die „wesentliche Änderung“ von Schornsteinen verschärft. Seit dem 1. Januar 2022 müssen Schornsteine laut neuer Verordnung den Dachfirst um mindestens 40 Zentimeter überragen. Dies führt dazu, dass Schornsteine teilweise erhebliche Höhen erreichen können, insbesondere wenn sie weit entfernt vom Dachfirst oder auf einem Flachdach errichtet werden. In solchen Fällen reichen die 40 Zentimeter nicht aus, und es wird eine fiktive Dachneigung angenommen, was entsprechende Auswirkungen auf die Schornsteinhöhe hat (vgl. dazu DHZ 2021). In einigen Bundesländern wurde die Umsetzung der Verordnung aufgrund ungeklärter Fragen verzögert, und bis heute wurde die Verordnung nicht an die aktuellen Normen angepasst (DHZ 2021). Es bleibt fraglich, ob die Verlängerung der Schornsteine tatsächlich zu einer Reduktion der Emissionen führt. Experten bemängeln, dass die verpflichtende Verlängerung in manchen Fällen zu einem höheren Unterdruck führt, der einer sauberen Verbrennung entgegenwirken kann (DHZ 2021). Alle Branchenverbände haben in einem gemeinsamen Brief in letzter Minute versucht, eine Ausnahme von der Schornsteinhöhe für mit elektrostatischem Staubabscheider ausgestattete Kamin- und Kachelöfen zu erreichen – leider erfolglos (EFA 2021). Inzwischen legen allerdings auch Kommentierungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) nahe, dass dies so gehandhabt werden kann. Allerdings sind die Vorgaben dort bezüglich der technischen Spezifikationen so hoch, dass nur wenige Gerätekombinationen diese Ausnahme schaffen dürften (LAI 2024).

Apropos LAI: Hierbei handelt es sich wie gesagt um die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), die 1964 gegründet wurde. Sie ist ein Arbeitsgremium der Umweltministerkonferenz (UMK) und koordiniert die Anwendung der BImSchV auf Länderebene. In ihren Vollzugsempfehlungen werden länderübergreifende Vorschläge zu in der BImSchV festgelegten Regelungen – allerdings ohne verbindlichen Charakter. Daher ist die Auslegung der 1. BImSchV auch bundesweit uneinheitlich und einigermaßen von föderativer „Freiheit“ geprägt.

Deutschland hat sich international verpflichtet, seine PM_{2,5}-Emissionen im Vergleich zum Referenzwert 2005 bis zum Jahr 2020 um 23 Prozent zu reduzieren, bis 2030 sogar um 43 Prozent. Bei den Ist-Werten konnte dieses Ziel bereits 2020 durch Deutschland fast erreicht werden, lag die Reduktion der Emissionen bereits 39,9 Prozent gegenüber dem Referenzwert von 2005.

2.4. Impact auf Luftreinhaltung

Wie viele Öfen gibt es in Deutschland?

Laut dem Zentralverband des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV) gibt es in Deutschland etwa 11,7 Millionen Einzelraumfeuerungsanlagen (ZIV 2024), das spiegelt den Bestand von 2019 wider (UBA 2019a). Weniger als die Hälfte des Bestandes ist älter als 20 Jahre. Weiter geht der Zentralverband davon aus, dass aufgrund der Anforderungen aus der 1. BImSchV weniger als 1,9 Millionen Kamin- und Kachelöfen davon ausgetauscht oder nachgerüstet werden müssen – wobei diese Zahl aufgrund der Erhebungsmethode nicht zuverlässig ist (ZIV 2024).

Tatsächlich ging der ZIV in einer Pressemitteilung aus dem Juni 2023 von einer Anzahl von 3,5 Millionen Geräten aus (ZIV 2023).

Übersicht der Einzelraumfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe nach Baujahr bzw. Datum auf dem Typschild der Anlage (in Prozent)

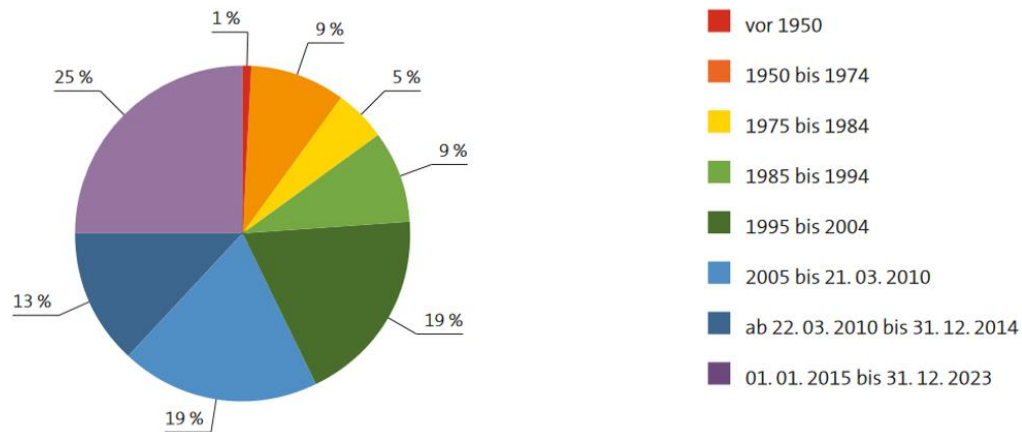


Abbildung 10: Alter der Kamin- und Kachelöfen (ZIV 2024).

Einzelraumfeuerungen unterscheiden sich von Zentralheizungen. Sie beheizen nur einen Raum und dienen üblicherweise nicht zum zentralen Erwärmen von Wasser. Kamin- und Kachelöfen werden in der Regel mit Scheitholz beheizt. Es gibt noch Geräte, die auch mit Kohle beheizt werden können, diese sind jedoch für unsere Studie vernachlässigbar – auch, weil die hier behandelten Staubabscheider bis auf eine Ausnahme nur für Holzverbrennung zugelassen sind.

In einigen Haushalten sind mehrere dieser Öfen vorhanden, doch in der Regel besitzt ein Haushalt nur ein Gerät (vgl. für diesen Absatz Gerstner 2024). Bei einem Bestand von 11,7 Millionen und einer durchschnittlichen Haushaltsgröße von 2,02 Personen (Stand 2023) ergibt sich eine statistische Nutzerzahl von etwa 23 Millionen. Da Kamin- und Kachelöfen häufig in Einfamilienhäusern mit mehr Bewohnern stehen, ist eine Schätzung von 25 Millionen Personen, die in Haushalten mit mindestens einer Feuerstätte leben, durchaus plausibel. Die Bewohner dieser Haushalte gehören größtenteils zur Mittelschicht, die ein höheres Bildungs- und Einkommensniveau aufweist. Diese Bevölkerungsgruppe nimmt tendenziell eher an demokratischen Prozessen wie Wahlen teil. Daher lässt sich vermuten, dass die Gruppe der Ofennutzer und die Gruppe der politisch aktiven Bürger (Wählerinnen und Wähler) weitgehend übereinstimmen.

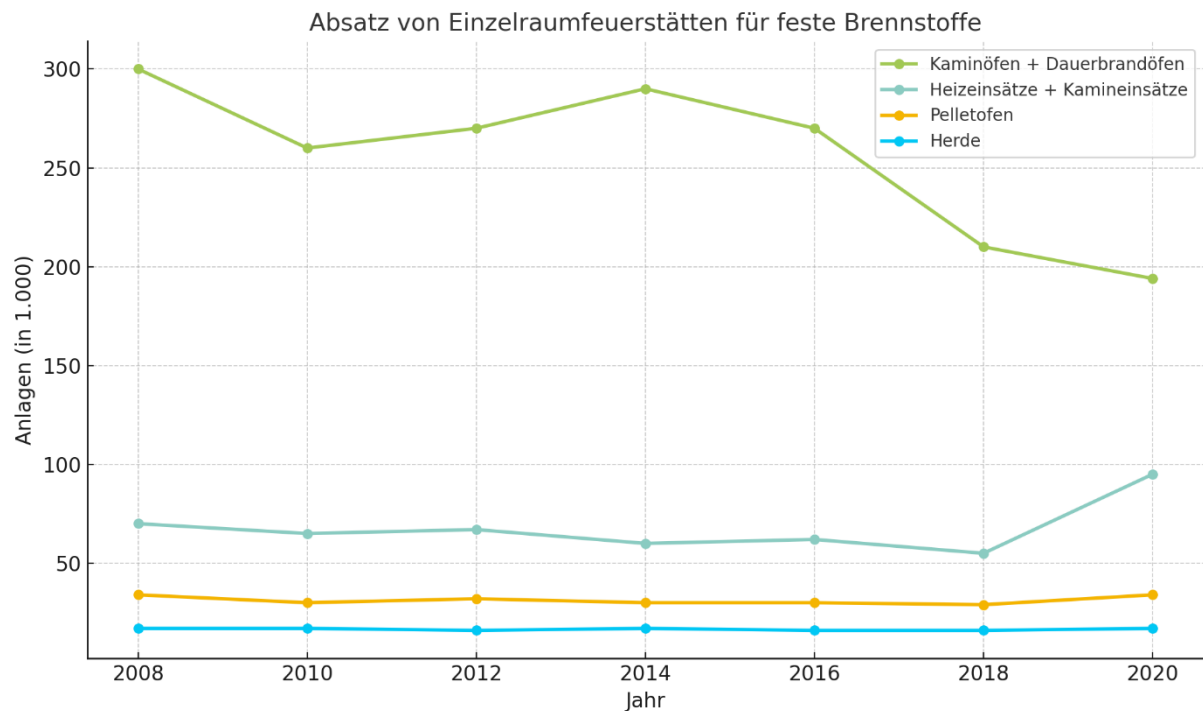


Abbildung 11: Absatz von Einzelraumfeuerungen 2008-2020 (Quelle: FNR o.J. nach HKI)

Der Industrieverband HKI veröffentlichte bis 2019 Verkaufszahlen (letzte Veröffentlichung HKI 2019), die Zahlen aus dem Jahr 2020 sind über die FNR erhältlich (FNR o.J.). 2020 wurden somit 194.000 Kaminöfen und 95.000 Heizeinsätze und Kamineinsätze verkauft.

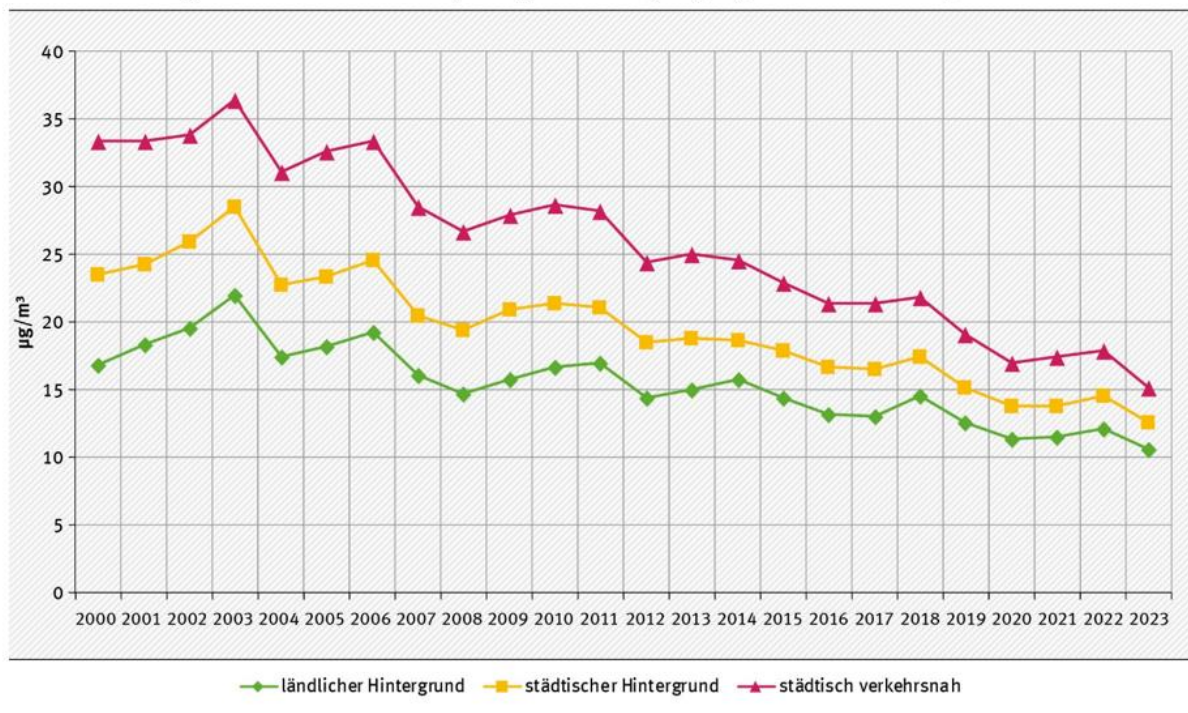
Luftreinhaltung in Deutschland

Seit Jahren sinken die Belastungswerte bei Feinstaub in Deutschland (Immissionen), egal ob man PM10 oder PM2,5 betrachtet. Diese Daten werden an über 400 Stationen (UBA 2024d) bzw. 600 Stationen (UBA 2024a) in Deutschland gesammelt und über ein so genanntes Interpolationsverfahren auf ganz Deutschland umgerechnet (UBA 2024d). Die Daten sind also ein Ergebnis aus tatsächlichen Messwerten und einem Schätzmodell.

Dabei ist die Luftbelastung nicht nur von den Quellen abhängig. Auch das Wetter hat einen Einfluss. Indirekt dadurch, dass bei kalter Witterung erfahrungsgemäß mehr geheizt wird als bei wärmeren Temperaturen, direkt etwa durch Hochdrucksituationen mit wenig Wind, da dadurch kaum Luftaustausch stattfindet (UBA 2024a). Ebenfalls spielt Regen eine Rolle, er senkt insgesamt die Feinstaubbelastung.

Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte

im Mittel über ausgewählte Messstationen im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2000–2023



Quelle: Umweltbundesamt 2024

Abbildung 12: PM10-Jahresmittelwerte (Quelle: Umweltbundesamt)

Betrachtet man die Feinstaubklasse PM₁₀, dann sieht man eine ständige Verbesserung seit 2000. Der PM₁₀-EU-Grenzwert von 40 µg/m³ wurde durchgängig nicht überschritten. Anders sieht es beim WHO-Richtwert von 15 µg/m³ aus: Hier gab es laut UBA an 16 Prozent der Stationen eine Überschreitung des Jahresmittelwertes (UBA 2024a).

Auch in der Feinstaubklasse PM_{2,5} gibt es seit 2015 keine Überschreitung des Grenzwerts von 25 µg/m³, die Werte gehen insgesamt deutlich zurück. Legt man allerdings den (ambitionierten) WHO-Richtwert von 5 µg/m³ an, dann wird dieser an 97 Prozent der Messstationen überschritten.

Entwicklung der PM_{2,5}-Jahresmittelwerte und des Average Exposure Indicators (AEI)
im Mittel über ausgewählte Messstationen im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2010–2023



Abbildung 13: PM_{2,5}-Jahresmittelwerte (Quelle: Umweltbundesamt)

Einfluss von Holzverbrennung auf die Luftreinhaltung

Feinstaub hat viele Quellen (Emissionen): Kraftfahrzeuge, Kraftwerke, Industrie, Baustellen – auch in der Landwirtschaft werden große Mengen an Feinstaub erzeugt. Kamin- und Kachelöfen haben ebenfalls keinen geringen Anteil an der Gesamtbelastung (UBA 2022a). Elektrofahrzeuge erzeugen trotz fehlender Verbrennung ebenfalls Feinstaub: durch den Abrieb der Reifen und Bremsen sowie durch Verwirbelungen des Staubs auf der Straße. Im Übrigen gibt es neben den anthropogenen (menschengemachten) Quellen ebenso natürliche: Waldbrände, Pollen, Wüstenstaub oder Vulkane. Bei der Bestimmung der Quellen hat man es deshalb nicht leicht. Daher kommt eine Mischung aus Messung und Schätzung zum Einsatz.

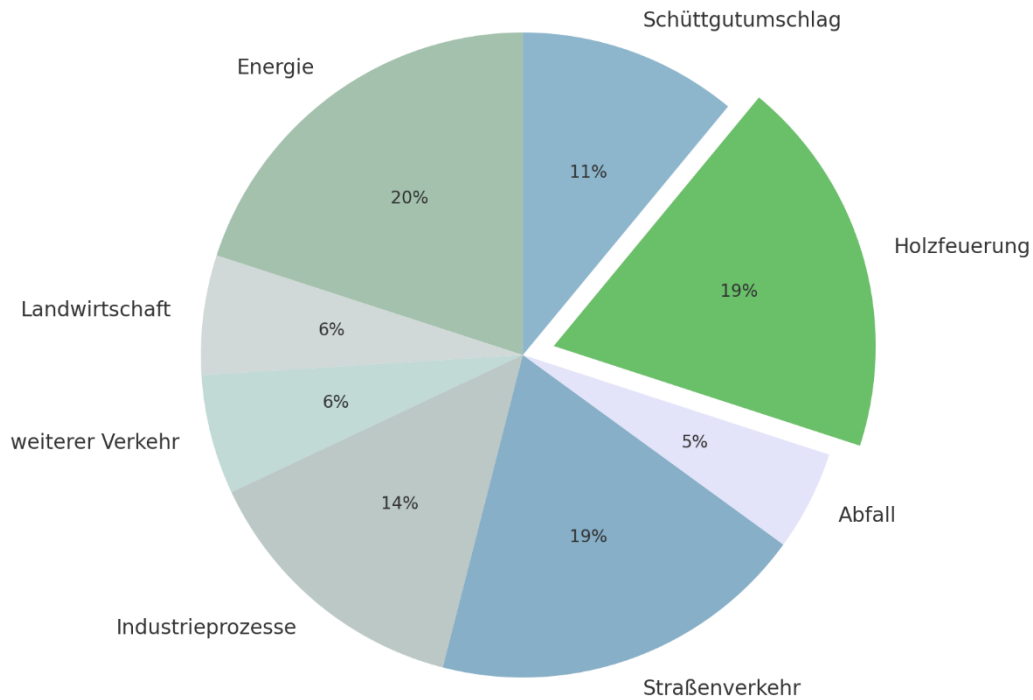


Abbildung 14: PM2.5-Emissionen 2022 (Quelle: UBA 2024e)

Betrachtet man alle Primärquellen von Feinstaub, also menschenverursachtem Feinstaub, dann liegt die Holzfeuerung mit einem Anteil von 19 Prozent knapp hinter der Energieerzeugung, die einen Anteil von 20 Prozent hat, und gleichauf mit dem Straßenverkehr.

Nach den aktuellen erhältlichen Emissionsdaten von 2022 (UBA 2024e) stoßen Holzfeuerungsanlagen (Holzkessel und Einzelraumfeuerungsanlagen) 19 Tausend Tonnen Feinstaubpartikel aus der Klasse PM10 aus, in der Partikelklasse PM2,5 liegt der Wert bei 18 Tausend Tonnen Partikel. Bei den kleineren Partikeln PM2,5 liegt die Holzfeuerung also noch über dem Straßenverkehr von 16,01 Tausend Tonnen.

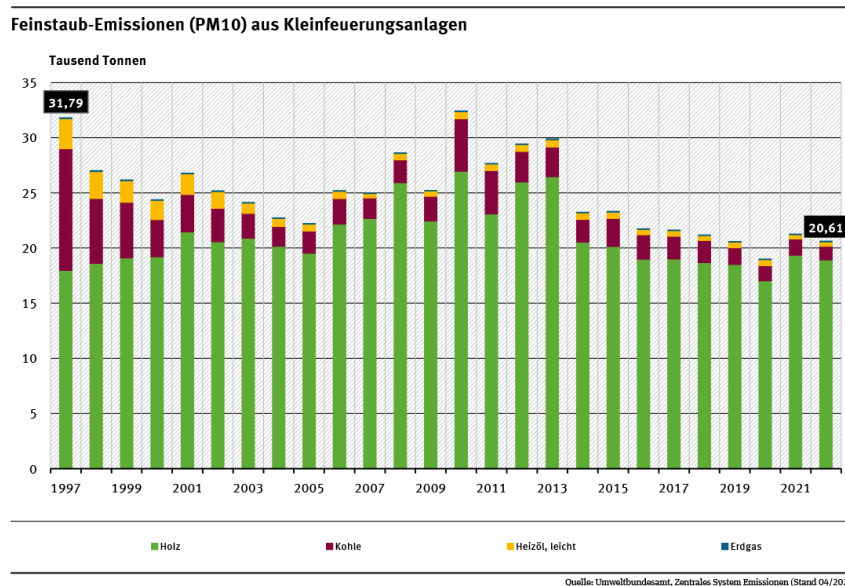


Abbildung 15: PM10 aus Kleinfeuerungsanlagen (Quelle: Umweltbundesamt)

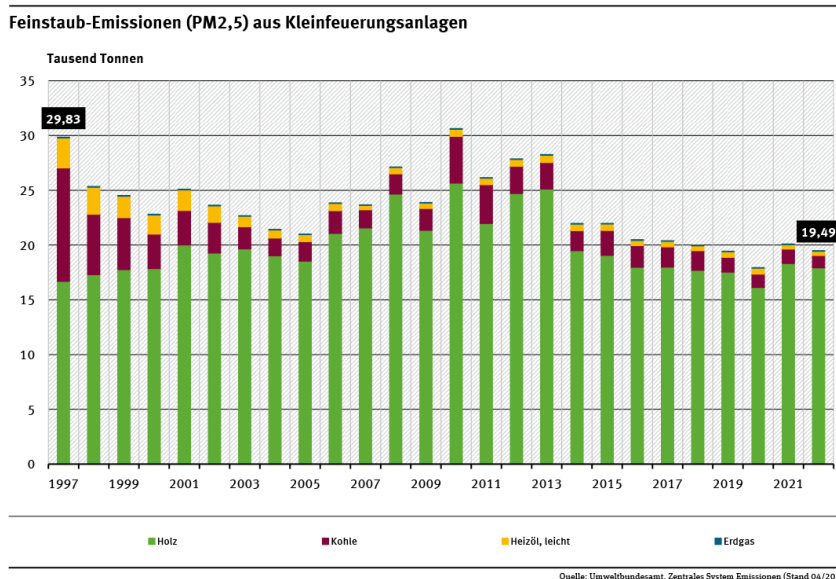


Abbildung 16: PM2.5 aus Kleinfeuerungsanlagen (Quelle: Umweltbundesamt)

Das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) hat auf der Basis einer unveröffentlichten Studie von Tebert et al. 2016⁶ Handlungsempfehlungen für Einzelraumfeuerstätten, also Kamin- und Kachelöfen, formuliert (UBA 2024c). Dabei geht das DBFZ davon aus, dass sich die Anlagenzahlen reduzieren und der Staubausstoß durch den Austausch von Altgeräten sinkt.

Partikelemissionen in kg/TJ nach Jahren

	2010	2015	2025	2030
Dauerbrandöfen	86	86	86	86
Kachelöfen	142	117	107	102/97
Kamine	144	156	145	138/132
Kaminöfen	84	65	38	37
Pelletöfen	34	29	24	24/21
Badeöfen	51	51	51	51
Herde	76	54	43	40/41

Tabelle 1: Emissionsfaktoren im zeitlichen Verlauf (Quelle UBA2024c)

Für geschlossene Kamine (Heizeinsätze), Kaminöfen und Kachelöfen empfiehlt das DBFZ den Einsatz von nachgeschalteten Emissionsminderungsmaßnahmen, den Staubabscheider, besonders bei der am stärksten verbreiteten Heiztechnologie des Kaminofens.

⁶ Zitiert in UBA 2024c als Tebert, C.; Volz, S.; Töfge, K.: (2016): Ermittlung und Aktualisierung von Emissionsfaktoren für das nationale Emissionsinventar bezüglich kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen der Haushalte und Kleinverbraucher. Umweltbundesamt, Dessau.

Annahmen für die Modellrechnungen

Modellszenarien leben von Vereinfachungen und können lediglich einen Anhaltspunkt für Trendaussagen bieten. Auch in diesem Fall sei darauf hingewiesen, dass sich die Aussagen auf mehrere Annahmen und Schätzungen beziehen. So existieren in manchen Bereichen keine exakten Daten (etwa zur Anzahl der bis Ende 2024 austauschpflichtigen Geräte), die Werte zur Schadstoffbelastung in Deutschland stammen aus Prognosen des Umweltbundesamtes. Eine kritische Auseinandersetzung mit den dargestellten Szenarien ist ausdrücklich erwünscht, ebenso wie sich die Autoren dieser Studie eine genauere Erhebung und besser belegte Daten wünschen. Es wird jeweils mit „best available data“ gearbeitet, die Zahlen stammen ausnahmslos aus öffentlich zugänglichen Quellen.

Um dieses Manko auszugleichen, werden, wo nur möglich, konservative Werte angenommen. Das bedeutet, dass etwa bei der angenommenen Minderungsleistung von Staubabscheidern von den im Labor gemessenen Werten eine Toleranz als „Handicap“ abgezogen wird, beziehungsweise, wo verfügbar, Grundanforderungen wie der Stand der Technik angenommen wird. Für die folgenden Beispielszenarien werden die sich in Deutschland im Betrieb befindlichen manuell beschickten Einzelraumfeuerstätten nach der 1. BImSchV betrachtet.

Da es momentan noch zu wenig Erkenntnisse über den Schadstoffausstoß von Feuerstätten und die Minderungsmöglichkeiten im Feld gibt (Forschungsergebnisse stehen noch aus), werden konservative Minderungsszenarien angegeben. Auch wenn das Umweltbundesamt selbst von Minderungsraten bis 97 Prozent (Anzahl) ausgeht (UBA 2024f), sollen für die Modellrechnungen geringere Werte angenommen werden. Bei der Partikelmasse geht das Umweltbundesamt von einem derzeitigen Stand der Technik von 50 Prozent aus (BMUV 2024). Diese Abscheideleistung wird auch im Modell angenommen. Die Abscheideleistung der Partikelanzahl liegt wie bereits dargestellt höher, hier wird in der Modellrechnung von einer durchschnittlichen Abscheideleistung von 80 Prozent ausgegangen. Da auch die Datenlage für die Realemissionen von neuen Feuerstätten ohne Abscheider oder weiterer Sekundärmaßnahme dürftig ist⁷, gehen wir von einer emissionsseitigen Verbesserung durch den Austausch einer alten durch eine neue Feuerstätte anlagenbezogen von durchschnittlich 50 Prozent aus.⁸

⁷ Die Annahme folgt Tebert 2016

⁸ Ein Ofen, der die 2. Stufe der 1. BImSchV erfüllt, darf maximal 40 mg/m³ Staub laut Typprüfung ausstoßen. Die theoretische Verbesserung beträgt zur 1. Stufe der BImSchV (75 mg/m³ Staub Höchstgrenze) also etwa 46,7 Prozent. Der Blaue Engel für Kaminöfen sieht einen Grenzwert von 15 mg/m³ vor, also eine Verbesserung zur aktuellen Stufe 2 von 62,5 Prozent, allerdings sind diese Geräte noch nicht flächendeckend verbreitet.

Modellannahmen

	Annahme	Quelle
Anzahl der Einzelraumfeuerstätten	11,7 Mio.	ZIV 2024
Anzahl der austauschpflichtigen Feuerstätten Schätzung 1 (HKI 2023)	4 Mio.	HKI 2023
Anzahl der austauschpflichtigen Feuerstätten Schätzung 2 (ZIV 2023) ⁹	3,5 Mio.	ZIV 2023
Anzahl der austauschpflichtigen Feuerstätten Schätzung 3 (ZIV 2024) ¹⁰	1,9 Mio.	ZIV 2024
Staublast PM2.5 (Holzfeuerungsanlagen gesamt)	18.000.000 kg (18 kt)	UBA 2024e
Staublast PM10 (Holzfeuerungsanlagen gesamt)	19.000.000 kg (19 kt)	UBA 2024e
Abscheideleistung gravimetrisch ¹¹	50 %	BMUV 2024
Abscheideleistung Partikelanzahl ¹²	80 %	UBA 2024c
verkaufte Einzelraumfeuerstätten ø p.a. (2007-2020)	323.000	FNR o.J.
Wachstum (ø aus 2007-2020)	-0,8 Prozent	eig. Berechnung auf der Basis von FNR o.J.

Tabelle 2: Modellannahmen und Quellen

Szenario 1: Nachrüstung von austauschpflichtigen Geräten oder Austausch

Szenario 1 zeigt, wie der konsequente Austausch oder die Nachrüstung der austauschpflichtigen Altgeräte die Gesamtstaubsituation (Masse) verbessert: Austausch aller austauschpflichtigen Geräte durch emissionsarme Feuerstätten (BImSchV-Stufe 2) oder Nachrüstung der austauschpflichtigen Feuerstätten durch Staubabscheider.

Aktuell (Sommer 2024) ist unklar, wie viele Feuerstätten noch der Austauschpflicht nach der 1. BImSchV unterliegen. Weniger als die Hälfte des Bestandes ist älter als 20 Jahre, der Zentralverband des Schornsteinfegerhandwerks geht aktuell von mindestens 1,9 Millionen austauschpflichtigen Geräten aus. Ältere Zahlen sprechen von 3,5 (ZIV 2023) bis 4 Millionen (HKI 2023) Geräten. Auch wenn der Zeithorizont für den Austausch theoretisch am 31. Dezember 2024 endet, rechnen auch die Schornsteinfeger mit einer Zeitfläche von etwa drei Jahren ab Mitte 2024, bis alle Geräte zuverlässig erneuert oder nachgerüstet wurden.

Sicherheitshalber setzen wir in diesem Szenario alle drei Zahlen der austauschpflichtigen Geräte an. Das Modell berechnet die gesamte Staublast als Summe aus den verbesserten Geräten und den Altgeräten. Dadurch, dass die aktuelle Staublast von 2022 als Baseline genommen wird, werden Verbesserungen der Vorjahre abgebildet, in der ja schon Teile des Gerätebestands ersetzt wurden (siehe Altersstruktur der Geräte aus ZIV 2024).

⁹ Angabe aus Pressemitteilung

¹⁰ Erhebung laut ZIV 2024 unzuverlässig

¹¹ ø nach Stand der Technik lt. BMUV 2024

¹² reduziert auf 80 %

	Abscheider/Ofentausch (gravimetrisch)	Abscheider (Partikelzählung)
HKI 2023	17,09 %	27,35 %
ZIV 2023	14,96 %	23,91 %
ZIV 2024	8,12 %	12,99 %

Tabelle 3: Verbesserung Gesamtstaub Szenario 1

Ersetzt man alle austauschpflichtigen Öfen durch Neugeräte (Stufe 2 BImSchV) oder rüstet diese mit einem Staubabscheider nach, dann erzielt man im aktuellen (und vermutlich realistischsten Szenario) des ZIV 2024 eine Verbesserung gegenüber der Gesamtstaubsituation von anteilig etwa 8 Prozent und spart insgesamt 1,5 kt Staub (PM 2.5/PM10) ein. Würden noch mehr Öfen ausgetauscht werden (etwa das optimistische HKI-Szenario von 2023), dann würde sich die Einsparung mehr als verdoppeln.

Betrachtet man die Partikelanzahl¹³, so würde man mit dem Einsatz eines Staubabscheiders (elektrostatisch) im ZIV-Szenario 2024 fast 13 Prozent Staubpartikel einsparen, im HKI-Szenario 2023 sogar fast ein Drittel der Gesamtpartikelanzahl.

	PM10 (Gesamt 19 kt) Abscheider/Ofentausch (gravimetrisch)	PM2.5 (Gesamt 18 kt) Abscheider/Ofentausch (gravimetrisch)
HKI 2023	3,2 kt	3,1 kt
ZIV 2023	2,8 kt	2,7 kt
ZIV 2024	1,5 kt	1,5 kt

Tabelle 4: Einsparungen Feinstaub absolut Szenario 1

Bewertung des Szenario 1: Sowohl ein Austausch der Feuerstätten durch moderne Feuerstätten als auch eine Nachrüstung der bestehenden Anlagen führen zu beträchtlichen Einsparungen an Feinstaub, gerade im gesundheitlich besonders relevanten Bereich von PM2.5. Die größte Einsparung bei der Partikelanzahl lässt sich unter den Modellannahmen bei allen austauschpflichtigen Altgeräten mit einem nachgerüsteten Staubabscheider erzielen – oder durch den Einbau einer Feuerstätte mit eingebautem Abscheider.

Szenario 2: Ausstattung aller Neugeräte bis 2030 mit einem elektrostatischen Staubabscheider

Szenario 2 zeigt die Auswirkungen durch den Verkauf von modernen Feuerstätten mit dem Stand der Technik (BImSchV Stufe 2) auf die Staubmasse. Zusätzlich wird gezeigt, welche Verbesserung eine Ausstattung aller neuen Öfen mit Staubabscheider hätte. Natürlich unterliegen die Annahmen für dieses Szenario vielen Unbekannten und Unwägbarkeiten. Der Markt für

¹³ Zuverlässige Werte für Einzelraumfeuerstätten lagen den Autoren zum Zeitpunkt der Erstellung nicht vor. Sollten diese – auch unveröffentlicht – bekannt sein, bitten die Autoren um einen Hinweis.

Kamin- und Kachelöfen ist Schwankungen unterworfen, gerade in den Coronajahren wurden viele Geräte verkauft, viele Geräte waren jedoch auch vorgezogene Investitionen der Verbrauchenden, außerdem war der Markt durch das formal bis zum 31. Dezember 2024 laufende Austauschgeschäft getrieben.

Legt man einen Trend seit 2015 an (Basis öffentlich verfügbare Verkaufszahlen des Branchenverbands HKI), dann kommt man auf den langfristigen Trend von 323.833 verkauften Geräten pro Jahr (Durchschnitt). Legt man die jährlichen Verkaufszahlen zugrunde, dann bleibt der Markt relativ stabil und schrumpft um etwa 0,8 Prozent pro Jahr (Zehnjahrestrend). Schon deshalb (und angesichts der Altersstruktur aus ZIV 2024) ist davon auszugehen, dass der Gesamtbestand stabil bleibt. Dies werden wir in unserem Szenario zumindest annehmen.

Das Szenario rechnet mit einem kumulativen Vorteil. Das bedeutet, dass alle Verbesserungen von 2024 bis 2030, egal ob Austausch oder Nachrüstung, zusammengerechnet werden. Wir nehmen also an, dass es sich bei unseren Modellannahmen um einen verbreiteten Stand der Technik handelt.

Jahr	Verkäufe (kumuliert ab 2024)	Öfen Stufe 2 BImSchV (gravimetrisch)	Öfen Stufe 2 BImSchV und Abscheider (gravimetrisch)
2024	323.000	1,38 %	2,07 %
2025	643.416	2,75 %	4,12 %
2026	961.269	4,11 %	6,16 %
2027	1.276.579	5,46 %	8,18 %
2028	1.589.366	6,79 %	10,19 %
2029	1.899.651	8,12 %	12,18 %
2030	2.207.454	9,43 %	14,15 %

Tabelle 5: Verbesserung Gesamtstaub anteilig Szenario 2

Der Ofenaustausch trägt wesentlich zu einer Verbesserung der Gesamtsituation bei. Im Zieljahr 2030 verbessert sich die Gesamtstaubsituation im Vergleich zu heute um fast zehn Prozent. Würde man jeden neuen Ofen zusätzlich mit einem Staubabscheider ausstatten, könnte eine Verbesserung von insgesamt bis zu 15 Prozent erreicht werden.

Kumulierte Verbesserung durch Austausch und zusätzliche Nachrüstung Neugeräte (2024-2030)

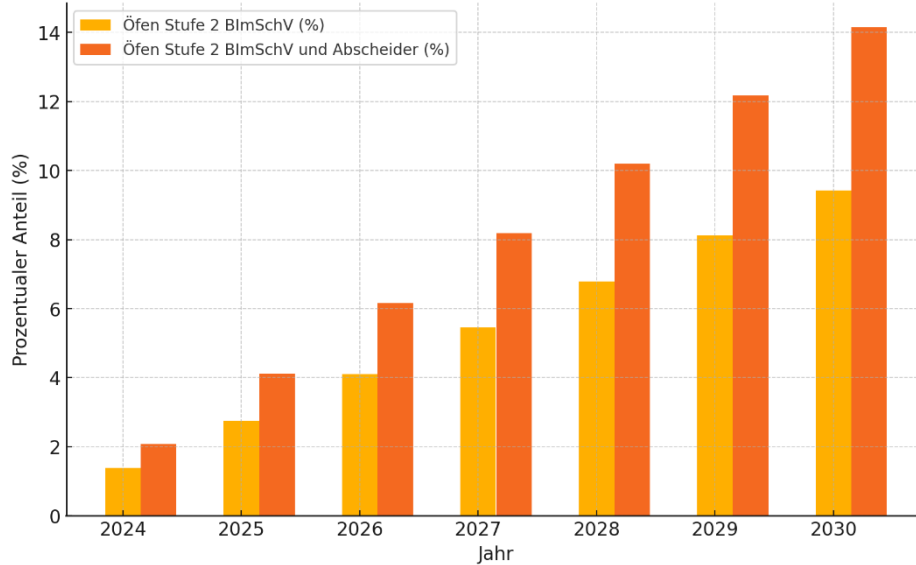


Abbildung 17: Kumulierte Verbesserung Szenario 2 in Prozent

Betrachtet man die gesamte Staubmenge, so sind bis 2030 Einsparungen durch moderne Öfen von bis zu 1,7 kt bei PM2.5 möglich, stattdessen man die neuen Öfen zusätzlich mit einem elektrostatischem Staubabscheider aus, dann sind Einsparungen von bis zu 2,55 kt realisierbar.

	PM10 (Gesamt 19 kt)		PM2.5 (Gesamt 18 kt)	
	Ofen Stufe 2 BlmSchV (gravimetrisch)	Ofen Stufe 2 BlmSchV und Abscheider (gravimetrisch)	Ofen Stufe 2 BlmSchV (gravimetrisch)	Ofen Stufe 2 BlmSchV und Abscheider (gravimetrisch)
2024	0,26 kt	0,39 kt	0,25 kt	0,37 kt
2025	0,52 kt	0,78 kt	0,49 kt	0,74 kt
2026	0,78 kt	1,17 kt	0,74 kt	1,1 kt
2027	1,04 kt	1,55 kt	0,98 kt	1,47 kt
2028	1,29 kt	1,94 kt	1,22 kt	1,83 kt
2029	1,54 kt	2,31 kt	1,46 kt	2,19 kt
2030	1,8 kt	2,69 kt	1,7 kt	2,55 kt

Tabelle 6: Einsparungen absolut Szenario 2

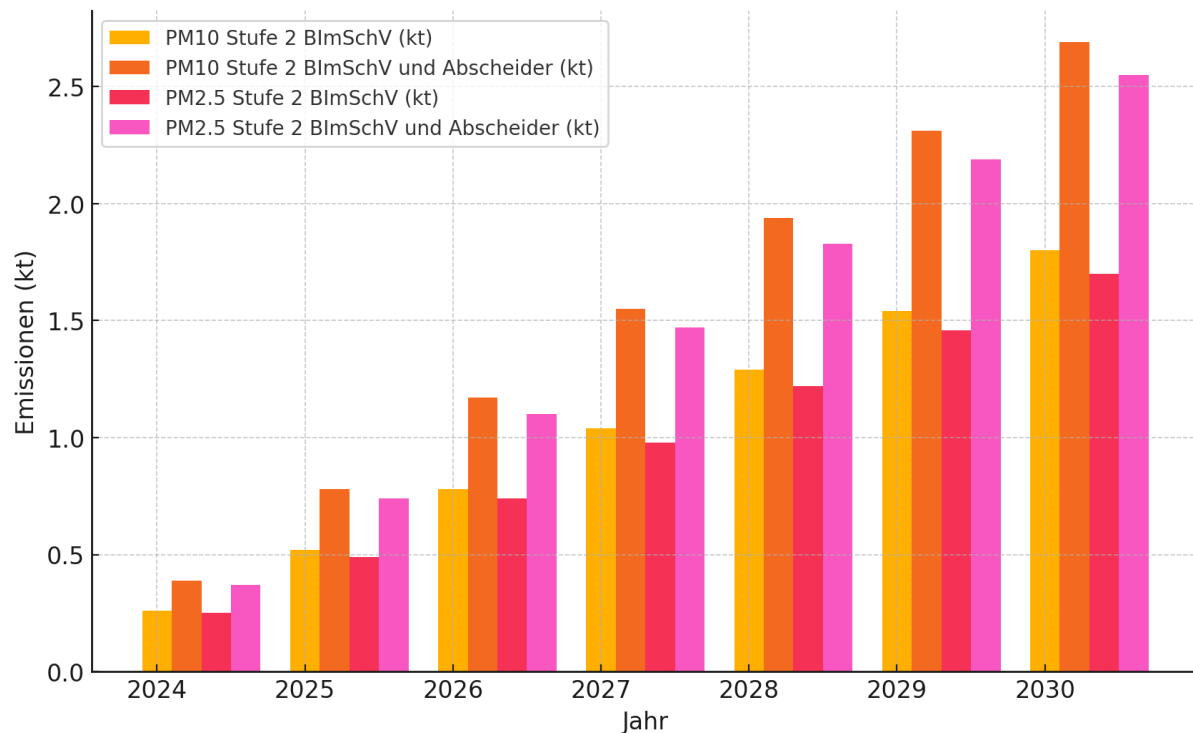


Abbildung 18: Einsparungen absolut Szenario 2

Bewertung Szenario 2: Die kumulierten Vorteile des Austauschs des Bestandes in den kommenden Jahren mit Neugeräten verspricht in diesem Modell einen realen, aber dennoch überschaubaren Nutzen. Erst durch eine zusätzliche Ausstattung mit einem elektrostatischen Staubabscheider (beispielsweise auch realisiert in Öfen mit dem Blauen-Engel-Zertifikat) würde beim Feinstaub der Größe PM2.5 eine totale Einsparung gegenüber heute von 2,55 kt, das sind 14,15 Prozent ergeben.

Szenario 3: (Teilweise) Ausstattung/Austausch des gesamten Gerätebestands

In einem dritten Szenario soll geprüft werden, wie sich ein sofortiger Austausch/eine sofortige Nachrüstung mit elektrostatischem Staubabscheider auf die Staublast auswirken würde. Es wird die Auswirkungen auf den Gesamtstaub (Masse) sowie beim elektrostatischen Abscheider auf die Partikelanzahl gezeigt.

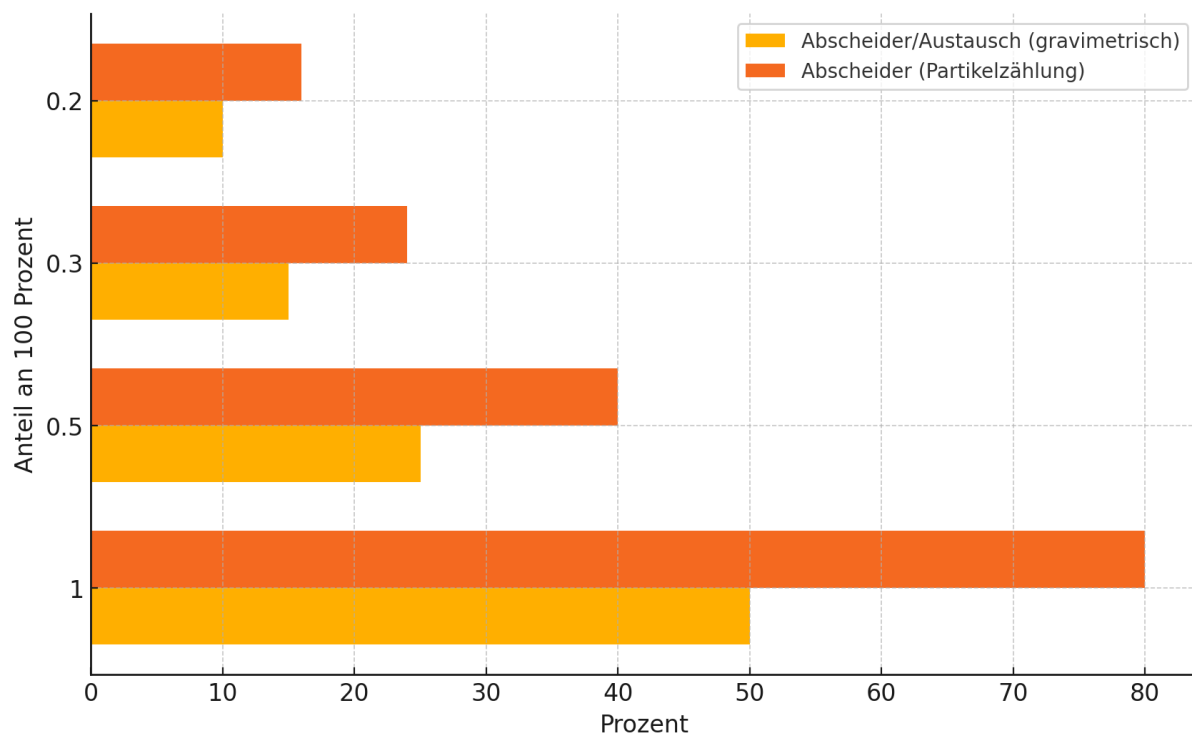


Abbildung 19: Verbesserung Gesamtstaub Masse und Anzahl anteilig Szenario 3

Vereinfacht gehen wir in diesem Modell von einer durchschnittlichen Emission aus. Tatsächlich würden sich die Zahlen in diesem Szenario verändern, wenn man etwa besonders saubere Öfen oder besonders emissionsstarke Öfen ausstatten würde. Diese Vereinfachung ist Teil des Modells und explizit kritikfähig.

Anteil an 100 Prozent	Geräteanzahl mit Optimierung	Abscheider/Austausch (gravimetrisch)	Abscheider (Partikelzählung)
1	11.700.000	50 %	80 %
0,5	5.850.000	25 %	40 %
0,38	4.445.000	19 %	30 %
0,3	3.510.000	15 %	24 %
0,2	2.340.000	10 %	16 %

Tabelle 7: Verbesserung Gesamtstaub Masse und Anzahl anteilig Szenario 3

Den größten Effekt hätte man selbstverständlich im unrealistischsten Szenario: Alle Öfen werden entweder ersetzt oder nachgerüstet. Die anteilige Verbesserung entspricht trivialerweise dem jeweiligen angenommenen Verbesserungs-/Abscheidegrad. Ein sofortiger Austausch des Bestands ist nicht zu erwarten. Gehen wir allerdings von einem Szenario aus, in dem etwa ein Fünftel der Geräte (etwa durch eine künftige Austauschpflicht in einer Novelle der BImSchV oder eine Förderung) ersetzt oder nachgerüstet werden, sehen wir einen deutlichen Effekt. Die Gesamtstaublast würde sich gravimetrisch um zehn Prozent verbessern, würde man ein Fünftel mit einem Staubabscheider ausstatten, hätte man zusätzlich zu der Masseverbesserung von zehn Prozent noch eine Verbesserung in der Anzahl von 16 Prozent.

Interessant ist die grün markierte Zeile, die 38 Prozent des Bestands behandelt. Hierbei handelt es sich um die „neueren Öfen“, also alle mit einem Alter laut Typenschild nach 22. März

2010 (Stufe 1 der 1. BImSchV; ZIV 2024). Würde man diese alle mit Staubabscheidern ausstatten, würde man partikelseitig 30 Prozent einsparen.

Anteil an 100 Prozent	PM10 (Gesamt 2024 19 kt)	PM2.5 (Gesamt 2024 18 kt)
1	9,5 kt	9 kt
0,5	4,75 kt	4,5 kt
0,3	2,85 kt	2,7 kt
0,2	1,9 kt	1,8 kt

Tabelle 8: Einsparungen Feinstaub absolut Szenario 3

Insgesamt könnte man durch den Austausch im krassesten Szenario (Gesamtaustausch oder Nachrüstung also ungefähr 9 kt Feinstaub einsparen, bei einem Austausch oder einer Nachrüstung eines Fünftels des Bestandes immer noch 1,8 kt.

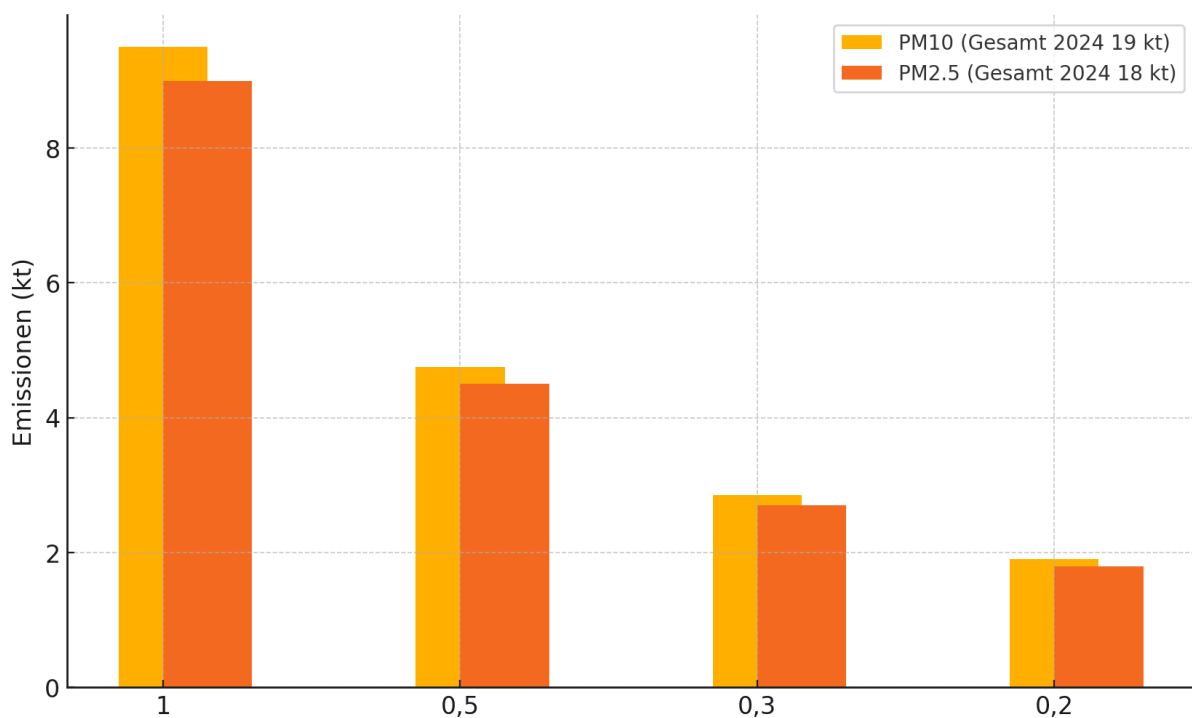


Abbildung 20: Einsparungen absolut Szenario 3

Bewertung Szenario 3: Würde man im Bestand heute nur ein Fünftel der Geräte austauschen bzw. nachrüsten, hätte man einen deutlichen positiven Effekt. Betrachtet man nur die Partikelanzahl, würde eine (unrealistische) Ausstattung aller Bestandsöfen per heute eine Einsparung von 80 Prozent ergeben.

2.5. Ökonomische Daten

Anbieter und Interessensvertretung

Aktuell gibt es vier Hersteller von elektrostatischen Staubabscheidern für Einzelraumfeuerstätten, die in einem eigenen Verband (CEA) organisiert sind. Das sind die Firmen Exodraft a/s, Kutzner + Weber GmbH, OekoSolve AG und Schröder.

Die Firma Exodraft hat ihren Hauptsitz in Dänemark und bietet neben Staubabscheidern und Rauchsaugern auch Lösungen für Wärmerückgewinnung oder Großanlagen für Heizen und Kühlen an. Das Unternehmen wurde 1957 gegründet und ist in über 40 Ländern weltweit aktiv, darunter auch Deutschland.

Die Kutzner + Weber GmbH ist Teil der deutschen Raab Gruppe und auf die Entwicklung, Produktion und Vermarktung von Abgaskomponenten spezialisiert. Die Raab-Gruppe wurde 1898 gegründet und ist bis heute eine Familiengesellschaft. Das Unternehmen liefert auch OEM-Lösungen sowie Komponenten für die Heizungsindustrie.

Die schweizerische OekoSolve AG fertigt seit 2007 Einzelkomponenten und Elektrofilter für kleine und große Holzfeuerungsanlagen und ist seit einigen Jahren auch in Deutschland vertreten. Das Unternehmen zeichnet sich durch einen hohen Eigenanteil an Komponentenentwicklung und -produktion aus.

Schröder wurde 1949 gegründet und ist Spezialist für Abgassysteme und Wärmerückgewinnung. Seit 2006 arbeitet Schröder an Lösungen für Feinstaubminderungen in kleinen und großen Anlagen. Weitere Schwerpunkte sind Schornstein- und Lufttechnik. An Standorten in Nordrhein-Westfalen sowie Sachsen sind etwa 100 Mitarbeitende beschäftigt.

Mitte 2023 wurde von diesen vier Unternehmen ein eigener Verband zur Interessensvertretung gegründet. Die Clean Exhaust Association e.V. CEA hat das Ziel, effiziente Möglichkeiten zur Feinstaubminderung als Lösungen für die Politik und Ofenbranche publik zu machen. Zu diesem Zweck hat die CEA bereits mehrere technische und politische Workshops veranstaltet sowie selbst an den vom Deutschen Biomasseforschungszentrum DBFZ und Technologie- und Förderzentrum TFZ gemeinschaftlich veranstalteten wissenschaftlichen Fachkongressen teilgenommen. Der Verband ist im Lobbyregister des Deutschen Bundestages eingetragen. Weitere Informationen zum Verband finden sich unter www.cea-network.org.

Marktsituation und Kosten

Aufgrund der fehlenden Anreize gibt es aktuell vergleichsweise wenige elektrostatische Staubabscheider im Markt. Das gilt vor allem für die Einzelraumfeuerung, also Kamin- und Kachelöfen.¹⁴ Dabei wäre das theoretische Marktvolumen riesig: In Deutschland gibt es laut der offiziellen Zählung des Schornsteinfegerhandwerks 11,7 Millionen Öfen (ZIV 2024). Es gibt keine offizielle Erhebung über mit elektrostatischen Staubabscheidern ausgestattete Feuerstätten,

¹⁴ Eine Übersicht über Staubabscheider, darunter auch elektrostatische Staubabscheider für Einzelraumfeuerstätten, mit Stand Anfang 2024 findet sich bei FNR 2024

aber man kann eine fundierte Schätzung abgeben. Nach einer anonymen internen Erhebung der CEA wurden in den vergangenen zehn Jahren, also seit Gültigkeit der aktuellen 1. Bundesimmissionsschutzverordnung BlmschV, etwa 8.000 Staubabscheider verkauft und auch verbaut. Legt man das auf alle Feuerstätten in Deutschland um, dann sind das nicht einmal 0,07 Prozent, oder anders gesagt etwas mehr als ein halbes Promille der Öfen in Deutschland. Dass die Technologie so ihr Potenzial nicht ausschöpfen kann, ist logisch.

Warum sind die Staubabscheider so wenig verbreitet? Ein Faktor ist sicherlich der aktuell noch hohe Preis für einen Abscheider von durchschnittlich 2.475,00 Euro inklusive Mehrwertsteuer. Dieser Durchschnittspreis wurde anhand der durchschnittlichen Endkundenpreise im Handel (online und stationär) über alle in der CEA vertretenen Hersteller in einer eigenen Erhebung ermittelt (Stand 31. Juli 2024)¹⁵.

Zum Kaufpreis des Gerätes kommen die Einbaukosten und mögliche Kosten für Adapter oder ähnliches Zubehör und Material. Diese schwanken stark, je nach ausführendem Betrieb und der jeweiligen Einbausituation. Relativ einfach sind Staubabscheider im Aufstellraum des Kamin- oder Kachelofens oder unter dem Dach einzubauen. Dort ist oft schon eine Steckdose für den Betrieb vorhanden und der Einbauort ist relativ leicht zugänglich. Wird ein Staubabscheider auf dem Dach montiert, ist im Extremfall eine Arbeitsbühne notwendig. Als Modalwert für die Einbaukosten gehen die Autoren dieser Studie aufgrund ihrer Erfahrungen von etwa 1.000,00 Euro inklusive Mehrwertsteuer aus. So kommt man zu durchschnittlichen Gesamtkosten für den Einbau eines elektrostatischen Staubabscheiders von knapp unter 4.000,00 Euro inklusive Mehrwertsteuer.

Woher kommen diese vergleichsweise hohen Stückkosten? Die aktuell am Markt erhältlichen elektrostatischen Staubabscheider werden aufgrund der geringen Nachfrage in Manufaktur oder maximal Kleinserien produziert. Ein Skaleneffekt tritt nicht ein (vgl. dazu etwa Göllinger 2022). Die relativ hohen Kosten für Entwicklung, Patente, Lizenzierung, Zulassung, Marketing und Vertrieb lassen sich nur auf wenige Geräte umlegen und erhöhen damit den einzelnen Stückpreis überproportional.

Auch die Produktionskosten bleiben angesichts der kleinen Stückzahlen auf einem hohen Niveau. Elektronische und mechanische Bauteile für die elektrostatischen Staubabscheider (etwa Gehäuse, Steuerungen, Elektroden) werden in geringen Stückzahlen ohne Mengenrabatt zugekauft. Auch Transportkosten sind für kleine Lieferungen hoch. Bei höheren Stückzahlen würden nicht nur die beschriebenen Kosten besser auf das einzelne Gerät umlegbar sein, sondern es könnten auch Produktionsstraßen für Serienproduktionen aufgebaut werden, die eine weitere massive Kostenersparnis mit sich bringen würden. Derzeit wären solche Produktionsstraßen angesichts der mangelnden Auslastung nicht profitabel.

¹⁵ Die Erhebung beinhaltet vier Geräte, pro Hersteller ein Gerät. Der durchschnittliche Preis wurde über eine nichtrepräsentative Händlerbefragung und eine Recherche über die Google-Produktsuche (Eingabe „Staubabscheider“ plus dem jeweiligen Herstellernamen) ermittelt. Aus den Produktpreisen (ohne Zubehör) wurde in einem zweistufigen Verfahren (zunächst auf Produktebene, dann über alle Produkte hinweg) ein arithmetisches Mittel gebildet. Die Erhebung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Repräsentativität.

Ähnliches gilt für den Einbau. Logischerweise würden die Materialkosten für den Einbau in ähnlicher Weise von einer hochgefahrenen Serienproduktion profitieren. Das gilt jedoch auch für die rein handwerkliche Leistung der Installation. Mit der wachsenden Anzahl an verbauten Staubabscheidern wächst die Erfahrung der Installationsbetriebe. Auch hier setzen Skaleneffekte ein. In einzelnen Betrieben könnten beispielsweise speziell geschulte Mitarbeitende den Einbau durch die erworbene Routine und Kompetenz schneller als bislang die Geräte installieren. Die Installationszeiten würden sich reduzieren – und damit die entstehenden Personalkosten.

Welche Preise wären künftig möglich? Diese Frage ist nur schwer zu beantworten und unterliegt vielen Faktoren wie etwa der allgemeinen Preissteigerung, aber auch aktuell steigenden Material- und Personalkosten. Alexander Root, Geschäftsführer des Abscheiderproduzenten Kutzner + Weber GmbH, hält in einem Fernsehinterview eine Preisreduzierung um 50 Prozent für möglich (ARD Plusminus vom 28.02.2024). Im vorliegenden Beispiel geht man von Kosten für Anschaffung und Einbau von 2.500,00 Euro aus, damit wäre in Zukunft bei einer Skalierung ab etwa 100.000 Stück pro Jahr ein Endkundenpreis für Anschaffung und Einbau von etwa 1.250,00 Euro erreichbar.

Eine Hochskalierung der Produktion hält Alexander Root für denkbar, mit einem Vorlauf von etwa einem halben Jahr würde die Firma Kutzner + Weber auf die Stückzahl von etwa 100.000 Geräten kommen (ARD Plusminus vom 28.02.2024). Ähnlich sieht es bei anderen Herstellern aus. Diese relativ schnelle Skalierbarkeit erklärt sich auch dadurch, dass ein Teil der Hersteller auch elektrostatische Staubabscheider für Biomassekessel (Scheitholz und Pellets) produziert und damit bereits jetzt höhere Stückzahlen als im Bereich der Kamin- und Kachelöfen erzielt. Insgesamt geht man bei Biomassekesseln von einer Stückzahl der in der CEA vertretenen Mitgliedsunternehmen von etwa 40.000 Einheiten in den vergangenen 14 Jahren aus¹⁶.

2.6. Ansätze zur stärkeren Verbreitung von Staubabscheidern

Es scheint ein unlösbarer Regress zu sein: Hohe Preise verhindern eine Nachfrage, die geringe Nachfrage verursacht hohe Preise. Wie könnte die Nachfrage gesteigert werden? Wir spielen verschiedene Ansätze durch.

Gesteigerte Nachfrage durch ökologisches Bewusstsein

57 Prozent der Deutschen halten Umweltschutz (und damit auch Luftreinhaltung) für ein wichtiges Thema (UBA 2022b). Bei den befragten Ofennutzern selbst bezeichnen sich fast alle als mindestens mittelmäßig umweltbewusst, 37 Prozent sogar als sehr umweltbewusst. 66,5 Prozent sind ziemlich bzw. sehr an den Themen Klimawandel und Klimaschutz interessiert (alles UBA 2021b). Dazu kommt, dass ein guter Teil der Ofenbesitzer laut der Studie auch über entsprechende finanzielle Mittel verfügt. Warum investieren also Ofenbesitzer nicht in Technologien, die die Abgase ihrer Öfen um bis zu 90 Prozent vom Feinstaub befreien?

¹⁶ Eigene Schätzung

Eine Erklärung dafür ist – neben der grundsätzlichen mutmaßlichen Überbetonung der eigenen positiven Seiten wie Umweltbewusstsein bei Befragungen¹⁷ – der auch aus der Kommunikationswissenschaft bekannte First-Person-Effect (siehe für die folgenden Ausführungen Grimm 2016). Kurz gesagt handelt es sich bei dem Effekt um eine Wahrnehmungsverzerrung (Bias), die Auswirkungen auf das eigene Handeln hat. Beispielsweise hält das Individuum sich für viel umweltbewusster als die anderen. Er hält also eine Veränderung bei sich für unnötig, das sollten erst die anderen machen. In Bezug auf den Kauf eines Staubabscheiders würde die Theorie bedeuten, dass die Individuen sich und ihren Ofen als besonders umweltfreundlich ansehen, vor allem ihr eigenes Heizverhalten. Gerüche und Feinstaub würden eher andere produzieren. Eine eigene, intrinsische Motivation zum Kauf eines Staubabscheiders entsteht nicht. Es spitzt sich sogar auf ein Dilemma zu. Je umweltbewusster und interessierter eine Person ist, für desto kompetenter hält sie sich. Nach der eigenen Einschätzung wären dann Maßnahmen wie ein Staubfilter nicht notwendig. Personen, die sich nicht für Umweltschutz und Luftreinhaltung interessieren, würden aus eigenem Antrieb aufgrund der Kosten ein solches Gerät ohnehin nicht kaufen.

Fazit: Allein das Umweltbewusstsein in der Bevölkerung wird also nicht zu einer breiteren Marktdurchdringung führen.

Gesteigerte Nachfrage durch negative Anreize (Regulierung)

Hier steuert der Staat durch Ver- oder Gebote das gewünschte Verhalten in der Bevölkerung. Hierbei handelt es sich um eine hierarchische Steuerung, der Staat ist in seiner autoritären Rolle (vgl. Böcher/Töller 2012). Er schreibt etwa Technologien vor oder verbietet Technologien. In unserem Fall wäre das Extrem die gesetzliche Vorschrift, einen Ofen nur noch mit einem elektrostatischen Staubabscheider betreiben zu dürfen. Hierbei entstehen zwei Probleme. Zum einen muss eine solche Norm akzeptiert werden, um durchsetzbar zu sein. Im Falle des Ofens müssten bei einer flächendeckend verpflichtenden Ausstattung der Öfen (wie sie etwa die Deutsche Umwelthilfe fordert, siehe DUH 2021) 11,7 Millionen Geräte ausgetauscht oder stillgelegt werden. Angesichts der jüngeren Erfahrung aus der Debatte um das Gebäudeenergiegesetz GEG erscheint dies aussichtslos, ein „Akzeptanzdefizit“ (Jost et al. 2024) erscheint unausweichlich. Dazu kommen verwaltungsrechtliche Schwierigkeiten. Derzeit werden alle PM10-Grenzwerte ausnahmslos unterschritten, auch die PM2,5-Grenzwerte eingehalten (#ofenzukunft 2024; UBA 2024a). Eine Verpflichtung erscheint angesichts dieser Zahlen aussichtslos. Allerdings könnte sich das zukünftig mit dem voraussichtlichen Sinken der Grenzwerte im Rahmen der neuen Ambient Air Quality Directive schnell ändern (Europäische Kommission 2024).

Fazit: Aktuell (Sommer 2024) politisch nicht durchsetzbar, neue EU-Regeln könnten zumindest die regulatorische Grundlage schaffen.

¹⁷ Wie alle Befragungen unterliegen natürlich auch die Studien des Umweltbundesamtes den üblichen Verzerrungen sozialwissenschaftlicher Studien wie etwa der sozialen Erwünschtheit (siehe dazu beispielsweise Diekmann 1999).

Gesteigerte Nachfrage durch positive Anreize (Förderung)

Eine Förderung umweltfreundlicher Technologien ist ein Klassiker marktwirtschaftlicher Instrumente in der Umweltpolitik (vgl. Böcher/Töller 2012). Dabei wird der hohe Anschaffungspreis abgemildert durch die Auszahlung eines Förderbetrags. Die Anschaffungskosten sinken. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Förderinstrumente (etwa über eine BAFA-Förderung) zu einem höheren Absatz der Geräte führen werden, Beispiele gibt es bei der Einzelmaßnahmenförderung von Staubabscheidern für Biomassekessel. Allerdings ist eine Förderung auch immer ein Eingriff in den Markt. Sie beeinflusst die Preisbildung der Geräte ebenso wie die Kaufentscheidung der Endverbraucher. Problematisch wird es beispielsweise, wenn eine Förderung nach einer gewissen Zeit nicht mehr gewährt wird. Dadurch könnte ein Markt schlagartig zusammenbrechen, die Verbraucher fühlen sich getäuscht. Ähnliche Beobachtungen kennen wir aus dem Bereich der Biomasseheizungen. Dazu darf nicht vergessen werden, dass eine Förderung meist solidarisch über alle Steuerzahler hinweg getragen wird.

Fazit: Eine Förderung ist grundsätzlich ein wirksames Mittel, muss jedoch nachhaltig und fair gestaltet sein.

Gesteigerte Nachfrage durch positive Anreize (Privilegien)

Auch durch eine autoritäre Regulierung können positive Anreize geschaffen werden. So wäre es etwa denkbar, Ausnahmen von der gesetzlichen Regulierung für mit elektrostatischen Staubabscheidern ausgestattete Öfen zu schaffen. Ansätze sind in der aktuellen Gesetzgebung bereits erkennbar. So schafft die 1. BImSchV derzeit im § 26 Übergangsregelungen für mit Staubabscheidern nach Stand der Technik ausgestattete (Alt-)Geräte. Diese Privilegien könnten ausgedehnt werden. Auch die teilweise umfangreichen Regelungen zu Abgasanlagen in § 19 könnten durch einen Staubabscheider teilweise außer Kraft gesetzt werden. Mit dieser Regelung will der Gesetzgeber ja gerade Luftreinhaltung durch Betrachtung der Ausbreitung des Abgases erzielen. Bei einer Minderung des Abgases um bis zu 90 Prozent (Anzahl) wäre dies auch ohne aufwendige Regelungen möglich. Die Vorschriften entbehrten also einer Grundlage. Dies wird im Übrigen auch von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) in ihren aktuellen Vollzugsempfehlungen so gesehen (LAI 2024), ebenso hat der Freistaat Bayern einen ähnlichen Vorschlag am 17. September 2021 in den Bundesrat eingebracht. Eine entsprechende Ausnahmeregelung wurde auch geschlossen von den Verbänden der Holzfeuerung zur damaligen Entscheidung bzgl. § 19 BImSchV gefordert (EFA 2021).

Ein weiterer Anreiz könnte die obligatorische Ausstattung von KfW-geförderten Bauvorhaben sein. Bis Mai 2024 war der Einbau eines Kamin- oder Kachelofens ausgeschlossen. Wer innerhalb von zehn Jahren einen Ofen nachrüstete, musste die Fördersumme teilweise oder ganz zurückzahlen. Diese Regelung ist nun aufgehoben worden – allerdings ohne Auflage. Hier wurde die Chance verpasst, Anreize für besonders umweltfreundliche Lösungen zu schaffen, dies schließt neben elektrostatischen Staubabscheidern auch Katalysatoren, Abbrandsteuerungen oder Blaue-Engel-Öfen mit ein. Es ist davon auszugehen, dass es gerade bei Bauherrschaften von besonders umweltfreundlichen Häusern eine große Akzeptanz für umweltfreundliche Innovationen gibt.

Fazit: Privilegierung von Feuerstätten mit elektrostatischen Staubabscheidern (und anderen Luftreinhaltemaßnahmen) erscheint eine sozialverträgliche und faire Maßnahme, Innovationen zu fördern – der Impact ist allerdings begrenzt.

Gesamteinschätzung

Nur eine begrenzte Anzahl von Menschen ist aktuell willens und in der Lage, ohne weitere Maßnahmen in einen elektrostatischen Staubabscheider zu investieren. Neben der Großwetterlage wie den gestiegenen Bauzinsen, der dadurch fast zum Erliegen gekommenen Bautätigkeit (inkl. Sanierungen) und der angespannten Wirtschaftslage spricht aktuell auch keine gesetzliche Verpflichtung für den Einbau. Eine solche Pflicht würde eventuell auf breite Ablehnung treffen, auch fehlt die gesetzliche Grundlage dazu. Aktuell am vielversprechendsten erscheinen Ausnahmen von der inzwischen weitgehenden Regulierung von Kamin- und Kachelöfen. Wenn Ofennutzer durch den Einbau eines Staubabscheiders etwa Erleichterungen von baurechtlichen Regelungen oder Vorteile bei Bauförderung bekämen, würde sich der Verkauf der Geräte automatisch erhöhen und eine Hochfahrt der Produktion ermöglichen. So würde man kurzfristig die Kapazitäten schaffen, um falls notwendig auf gesenkte Grenzwerte zu reagieren.

3. Zusammenfassung und Fazit

11,7 Millionen Kamin- und Kachelöfen sind in Deutschland Teil der Wärmeversorgung. Damit nutzen etwa 25 Millionen Menschen, das sind fast ein Drittel, den Ofen als nachhaltige und versorgungssichere Wärmequelle. Dabei entstehen nicht nur wohlige Wärme und Behaglichkeit, sondern auch unerwünschte Nebenprodukte wie vor allem Feinstaub. Diese physikalische Notwendigkeit ist seit Jahren bekannt, ebenso wie die potenziell schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen.

Die Ofenbranche arbeitet seit Jahren an Lösungen, eine der vielversprechendsten ist der elektrostatische Staubabscheider. Mit ihm ist es möglich, den Staub um über 90 Prozent zu reduzieren, vor allem bei den besonders kleinen Stäuben PM_{2.5} ist er wirksam. Wären mehr Öfen als bislang mit Staubabscheidern ausgestattet, dann wäre die Holzfeuerung nicht mehr unter den ersten drei Plätzen der häufigsten anthropogenen Feinstaubquellen. Staubabscheider funktionieren nach dem elektrostatischen Prinzip. Ähnlich wie ein Luftballon, der an einem Pullover gerieben wird, lädt der Abscheider die Partikel auf, so dass sie sich an der Innenwand des Schornsteins absetzen. Aus Feinstaub wird Grobstaub.

Der Staubabscheider ist trotz seiner Verfügbarkeit und Serienreife mit unter einem Promille Marktdurchdringung ein Exot. Noch werden zu wenige Geräte nachgefragt, um einen sichtbaren Skaleneffekt bei der Produktion zu erzeugen. Die Geräte sind aktuell teuer, der Einbau für Handwerker mit geringer Praxis aufwändig. Würden Staubabscheider in größerer Stückzahl verbaut, würde der Hauptkritikpunkt des Preises keine Rolle mehr spielen.

Dabei sind Einbau, Betrieb und Reinigung in der Regel kein Problem. Staubabscheider haben nicht nur in Feldprojekten des Umweltbundesamtes, sondern auch im realen Leben bewiesen, dass sie grundsätzlich schnell und einfach einzubauen, im Alltag problemlos nutzbar und mit überschaubarem Aufwand durch den Schornsteinfeger zu warten sind.

Würde man den aktuellen Bestand an Kamin- und Kachelöfen komplett mit elektrostatischen Staubabscheidern ausstatten, könnte man 9 Kilotonnen PM_{2.5} einsparen – die Belastung durch Kamin- und Kachelöfen läge weit hinter dem Straßenverkehr oder der Energieerzeugung. Realistischer ist natürlich die schrittweise Ausstattung von Geräten. Würde man alle Neugeräte bis 2030 mit Staubabscheidern ausstatten, hätte man 14,15 Prozent eingespart.

Wie kann nun eine größere Verbreitung der sinnvollen Technologie des elektrostatischen Staubabscheiders erreicht werden? Die üblichen Instrumente wie Zwang oder Förderung stehen aktuell nicht zur Verfügung. Fraglich wäre auch ihr Nutzen. Mit Zwängen in der Energiepolitik hat man in den vergangenen Jahren schlechte Erfahrungen gemacht, Förderungen müssen aus einem Haushalt gedeckt werden, der die Mittel nicht üppig zur Verfügung stellt. Besser ist das Gewähren von Privilegien für Feuerstätten, die mit einem Staubabscheider ausgestattet sind. So könnte man die Zulassung von Einzelraumfeuerungen in Förderprogrammen von der Sauberkeit der Geräte abhängig machen, auch Ausnahmen von den teilweise sehr einschränkenden „Ableitbedingungen“, sprich die Schornsteinhöhen könnten attraktiv sein.

Quellen

#ofenzukunft (2024a): Schadstoffbelastung der Luft war in 2023 so gering wie nie zuvor. Online über: <https://www.ofenzukunft.de/schadstoffbelastung-der-luft-war-in-2023-so-gering-wie-nie-zuvor/>

#ofenzukunft (2024b): KfW-Förderbank akzeptiert wieder Kaminöfen im Neubau. Online über: <https://www.ofenzukunft.de/kfw-forderbank-akzeptiert-wieder-kaminofen-im-neubau/>

ARD Plusminus (28.02.2024): Hoffnung für Holzöfen. Online über: <https://www.ardmediathek.de/video/plusminus/hoffnung-fuer-holzoefen/das-erste/Y3JpZDovL2Rhc2Vyc3RlLmRlL3BsdXNtaW51cy9kNTBiZmZjYS1kMzc1LTRkYWE-tOWZiCOzMTAxYjhlYTlmYTA>.

Böcher, Michael; Töller, Annette Elisabeth (2012): Umweltpolitik in Deutschland. Eine politikfeldanalytische Einführung. Wiesbaden: Springer.

BMUV (2024): Was ist bei der Nachrüstung meines bereits eingebauten Kaminofens zu beachten?. Online über: <https://www.bmu.de/faq/was-ist-bei-der-nachruetzung-meines-bereits-eingebauten-kaminofens-zu-beachten>

DBFZ (2022): Verbundvorhaben: Emissionsminderungsstrategien zur umweltverträglichen Verbrennung (UVV) auf Basis von aktuellen Forschungsergebnissen. Online über: https://www.dbfz.de/fileadmin/UVV/doc/UVV_Schlussbericht_fi-nal_20221026.pdf

DIBT (2024): Staubabscheider für Feuerungsanlagen. Online über: <https://www.dibt.de/de/bauprodukte/informationsportal-bauprodukte-und-bauarten/produktgruppen/bauprodukte-detail/bauprodukt/staubabscheider-fuer-feuerungsanlagen>

DHZ (2021): Änderung der 1. BlmschV. Höhere Schornsteine bei Neubauten seit 2022 Pflicht. Online über: <https://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/hoehere-schornsteine-bei-neubauten-201668/>

Diekmann, Andreas (1999): Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

DNR (o.J.): Emissionen und Immissionen. Online über: <https://www.dnr.de/themen/glossar/emissionen-und-immissionen>

DUH (2021): Kein Ofen ohne Filter: Deutsche Umwelthilfe beantragt Filterpflicht für Holzöfen in über 100 Städten und startet Mitmach-Aktion. Online über: <https://www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/kein-ofen-ohne-filter-deutsche-umwelthilfe-beantragt-filterpflicht-fuer-holzoefen-in-ueber-100-staedten/>

EEA (2022): Premature deaths due to air pollution continue to fall in the EU, more efforts needed to deliver a toxic-free environment. Online über: <https://www.eea.europa.eu/highlights/premature-deaths-due-to-air>

EFA (2021): Unterstützungsaktion für die Ofenbranche in letzter Minute. Online über: <https://www.efa-europe.com/2021/09/07/unterstuetzungsaktion-fuer-die-ofenbranche-in-letzter-minute/>

EU (2015): Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Online über: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0050-20150918>

EU (2016): Richtlinie (EU) 2016/2284 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe. Online über: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L2284>

EU (2017): Commission Regulation (EU) 2015/1185 of 24 April 2015 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for solid fuel local space heaters (Text with EEA relevance). Online über: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9ddd7d88-803e-4f6f-9dc9-9a54e13117f2>

EU (2022): ANHÄNGE des Vorschlags für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa (Recast). Online über: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022PC0542>

Europäische Kommission (2024): Parlament und Rat einig über neue Regeln zur Luftqualität. Online über: https://germany-representation.ec.europa.eu/news/parlament-und-rat-einig-uber-neue-regeln-zur-luftqualitat-2024-02-21_de

FNR (o.J.): Absatz von Einzelraumfeuerstätten für feste Brennstoffe. Online über: <https://mediathek.fnr.de/absatz-von-einzelraumfeuerstatten-fur-feste-brennstoffe.html>

FNR (2024): Marktübersicht Staubabscheider. Online über: <https://heizen.fnr.de/heizen-mit-holz/marktuebersicht-staubabscheider>

- Gerstner, Johannes (2024): Regenerative Wärme aus Holz als notwendiger Partner der Klimawende 2050. Eine Studie der #ofenzukunft. Online über: https://www.ofenzukunft.de/wp-content/uploads/2024/06/OZ_Studie_f_ae.pdf
- Göllinger, Thomas (2022): Technoökonomie der Energiewende. Ökonomische Grundlagen von Schlüsseltechnologien der Energietransformation. Wiesbaden: Springer.
- Grimm, Friederike (2016): Umweltschutz? Bin ich voll dafür! Eine Studie zum First-Person Effekt, dem Einfluss von Fallbeispielen und zu Attributionsfehlern im Kontext der Nachhaltigkeitsthematik. Masterarbeit, Wintersemester 2016, Gutachter: Brosius, Hans-Bernd, Sozialwissenschaftliche Fakultät, Institut für Kommunikationswissenschaft und Medienforschung, Kommunikationswissenschaft, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- HaustechnikDialog (2019a): Welche Arten von Feinstaubfiltern gibt es? Teil 1: aktive, elektrostatische Filter. Online über: <https://www.haustechnikdialog.de/News/22239/Welche-Arten-von-Feinstaubfiltern-gibt-es-Teil-1-aktive-elektrostatische-Filter?showcode=cd8d5260c8>
- HaustechnikDialog (2019b): Welche Arten von Feinstaubfiltern gibt es? Teil 2: passive, katalytische Filter. Online über: <https://www.haustechnikdialog.de/News/22243/Welche-Arten-von-Feinstaubfiltern-gibt-es-Teil-2-passive-katalytische-Filter?showcode=2be8328f41>
- HKI (2019): Zahl der verkauften Kaminöfen rückläufig. Online über: <https://www2.hki-online.de/presse/pdfs/zahl-der-verkauften-kaminofen-ruecklaeufig.pdf>
- HKI 2023: Ende 2024 läuft Austauschfrist für alte Kachel- und Kaminöfen ab. Online über: https://ratgeber-ofen.de/de/presse/2023_204/ende-2024-laeuft-austauschfrist-fuer-alte-kachel-und-kaminofen-ab_215
- IPS (2019): Schornsteintechnik. Möglichkeiten und Verantwortung für Architekten, Planer, Bauunternehmen. Online über: https://www.wienerberger.de/content/dam/wienerberger/germany/marketing/documents-magazines/broschures/DE_MKT_DOC_KAM_IPS_Planungshandbuch-Schornsteintechnik.pdf
- Jost, Pablo; Mack, Matthias; Hillje, Johannes (2024): Aufgeheizte Debatte? Eine Analyse der Berichterstattung über das Heizungsgesetz – und was wir politisch daraus lernen können. Berlin: Das Progressive Zentrum e.V. Online über: https://www.progressives-zentrum.org/wp-content/uploads/2024/04/240418_DPZ_Studie_Aufgeheizte-Debatte.pdf
- LAI (2024): Auslegungsfragen/Vollzugsempfehlungen/Hinweise zur Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen 1. BImSchV vom März 2024.
- taz (2020): Mehr Mut wagen! Klimapolitik seit Willy Brandt. Online über: <https://taz.de/Klimapolitik-seit-Willy-Brandt/!5702489/>
- TFZ (2019): Nutzereinflüsse auf die Emissionen aus Kaminöfen. Berichte aus dem TFZ. Online über: https://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/festbrennstoffe/dateien/tfz_bericht_61_nutzereinfluesse.pdf
- UBA (2010): Novellierung der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen. Neue Regelungen für Kaminöfen und Holzheizkessel. Online über: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3776.pdf>
- UBA (2019a): *Kleine und mittlere Feuerungsanlagen*. Online über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaftskonsum/industriebereiche/feuerungsanlagen/kleine-mittlere-feuerungsanlagen#textpart-2>
- UBA (2021a): Heizen mit Holz. Online über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/heizen-holz>
- UBA (2021b): Zusatzbefragung im Rahmen der Umweltbewusstseinsstudie 2020. Themenbereich: Holzöfen. Online über: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2378/dokumente/tabellenband_ubs_zusatzbefragung_april2021_heizen_mit_holzofen.pdf
- UBA (2022a): Feinstaub. Online über <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe-im-ueberblick/feinstaub#undefined>
- UBA (2022): Umweltbewusstseinsstudie 2022 - Vertiefende Analysen der repräsentativen Hauptbefragung. Online über: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/08_2024_umweltbewusstseinsstudie_2022_vertiefende_analysen_2.0.pdf
- UBA (2024a): Luftqualität 2023. Vorläufige Auswertung. Online über: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/publikationen/uba_hgp_luftqualitaet_dt.pdf
- UBA (2024b): Evaluierung der 1. BImSchV von 2010. Endbericht. Online über: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/87_2024_texte_evaluierung_der_1_bimsv_von_2010.pdf

UBA (2024c): Partikelanzahlmessungen im Abgas von Kaminöfen. Validierung des Messverfahrens für das Umweltzeichen Blauer Engel durch Ringversuche. Abschlussbericht. Online über: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/51_2024_texte_partikelanzahlmessungen.pdf

UBA (2024d): Entwicklung der Luftqualität. Online über: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/daten-karten/entwicklung-der-luftqualitaet#kombination-von-messung-und-modellrechnung>

UBA (2024e): Emissionen und Emissionsminderung bei Kleinfeuerungsanlagen. Online über: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/emissionsminderung-bei-kleinfeuerungsanlagen#feinstaub-emissionen-aus-kleinfeuerungsanlagen>

UBA (2024f): Blauer Engel für Kaminöfen: Staubabscheider können ultrafeine Partikel um 97 Prozent reduzieren. Online über: <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/blauer-engel-fuer-kaminoefen-staubabscheider>

ZIV (2023): Ergebnisse der Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks: hohe Sicherheitsstandards / aktueller Stand im Immissionsschutz. Online über: <https://www.schornsteinfeger.de/06-2023-pressemitteilung-sicherheit-und-immissionschutz.pdfx>

ZIV (2024): *Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks 2023*. Online über: <https://www.schornsteinfeger.de/erhebungen-2023-rgb-low.pdfx?forced=true>