
Staubemissionen von Holzheizanlagen

Staubemissionen stehen aufgrund der Umsetzung der EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie in der Diskussion. Auch wenn der Großteil der emittierten Mengen von Verkehr und industriellen Quellen verursacht wird, sind Holzheizanlagen nicht frei von Kritik. Stehen den Emissionsminderungen bei klimaschädlichen Gasen doch erhöhte spezifische Werte bei Staub gegenüber. Holzheizanlagen tragen jedoch nur mit 3,8 % zu den gesamten Staubemissionen und mit 5,7 % zu den Feinstaubemissionen bei.

Staubemissionen haben die unterschiedlichsten Herkünfte. Neben natürlichen Quellen spielen die durch zivilisatorische Nutzung verursachten Mengen die größte Rolle. Zu den natürlichen Quellen zählen Vulkane, Meere, Bodenerosion, Wald- und Buschbrände und organisches Material wie Pollen, Sporen und Mikroorganismen. Zu den anthropogenen Quellen zählen Kraftwerke, Abfallverbrennungsanlagen, Gebäudeheizung, Schüttgutumschlag und industrielle Prozesse in den Sektoren Kohle, Steine und Erden sowie Metallerzeugung. Mobile Quellen wie der Straßen-, Schienen- und Luftverkehr führen besonders in Ballungsgebieten zu konzentrierten Belastungen. Die Landwirtschaft trägt vor allem in der Tierhaltung zu Staubfreisetzungen bei. Die wichtigsten Emissionsquellen sind die Fütterung, der Trockenkot (vor allem in der Geflügelhaltung) sowie die Einstreu. Die Staubbelastung durch den Ackerbau ist kurzzeitig und durch den Produktionsablauf, die Bedingungen des Bodens sowie die Größe der Felder und ihren Abstand zur Wohnbebauung bestimmt. Zudem sind Emissionen für Schüttgutumschläge bei der Ernte, Emissionen aus dem Energieverbrauch für Transporte und für Heizaggregate in Ställen und Trocknungseinrichtungen zu berücksichtigen.

Entwicklung der Staubemissionen

Die jährlichen Emissionen betragen in beiden Teilen Deutschlands vor etwa 30 Jahren zusammen noch rd. 4 Mio. t jährlich. Bis 1990 gingen die Staubemissionen in den westlichen Bundesländern insbesondere durch die Staubabscheidung in den Großanlagen der Kraftwerke und der Industrie sowie durch Brennstoffumstellungen deutlich zurück. In den neuen Bundesländern verharrten die Gesamtemissionen bis zur deutschen Vereinigung auf einem spezifisch wesentlich höheren Niveau. Der Rückgang des Staubausstößes in Deutschland von 1990 bis 1995 um 3,0 Mio. t/Jahr wurde überwiegend in den neuen Ländern erzielt – entweder, indem man veraltete Feuerungs- und Industrieanlagen stilllegte oder die Wirksamkeit von Entstaubungsanlagen verbesserte. Weiteren Einfluss hatte die Umstellung von festen Brennstoffen auf erheblich emissionsärmere flüssige und gasförmige Brennstoffe, vor allem in den kleineren Feuerungsanlagen.

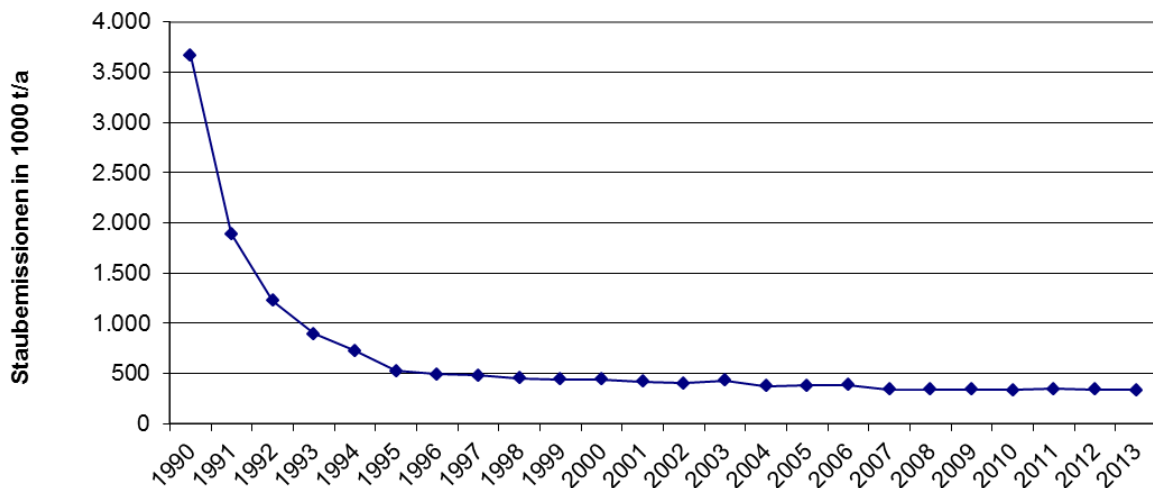


Bild 1: Entwicklung der Staubemissionen in Deutschland [7; 10; 15; 16]

Parallel zu dieser Verbesserung der Situation ist ein Anstieg der Staubbelastungen zu beobachten, der bis zu einer Überschreitung des neuen EU-Grenzwertes für Feinstaub von 40 Mikrogramm pro m³ führt. Das wird vor allem lokal und punktuell an Stationen beobachtet, an denen die Luftbelastung in starkem Maße durch hohes Verkehrsaufkommen geprägt ist.

Staubemissionen werden nach der Partikelgröße (PM – particulate matter) unterschieden. Teilchen der Klasse PM 10 haben vereinfacht gesagt bspw. einen aerodynamischen Durchmesser von maximal 10 Mikrometer (0,01 mm). Da die verfügbaren Datenquellen sowohl Gesamtstaub als auch verschiedene Feinstaubfraktionen (PM 1, PM 2,5, PM 10) in unterschiedlicher Abstufung untersuchen, werden im folgenden neben der Größe PM 10 im Interesse der Bewertung der vollständigen Umweltbelastungen auch die Partikelemissionen aller Größen (Gesamtstaub) betrachtet.

Welchen Beitrag leisten die verschiedenen Verursacher?

Bei der Bewertung von Beeinträchtigungen durch Staub muss zwischen der Freisetzung (Emissionen) und der Einwirkung (Immissionen) unterschieden werden. Bei der Genehmigung von Großanlagen können neben generellen Grenzwerten auch bspw. maximale Emissionen neuer Anlagen aufgrund der Vorbelastungen und dem Abstand zu den nächstgelegenen Siedlungsgebieten festgelegt werden. Bei Kleinanlagen sind die maximalen Emissionswerte generell festgelegt.

Der Eintrag von Staubemissionen ist nicht an den Entstehungsort gebunden, örtliche Belastungen sind sowohl von Ferneinträgen als auch von örtlichen Quellen bestimmt. 47 % der Immissionen sind von einer allgemeinen, ortsunabhängigen Verteilung verursacht. In städtischen Ballungsräumen kommen 27 % der Immissionen hinzu, während weitere 26 % durch lokale Spitzenbelastungen (vor allem des Straßenverkehrs) ausgelöst werden.

Die Bilder 2 und 3 zeigen die Anteile der einzelnen Verbrauchergruppen auf die Staubemissionen. Verkehr leistet durch direkt freigesetzte Stäube, durch Aufwirbelung von Straßenstaub und den Abrieb von Bremsen, Reifen und Oberleitungen den größten Beitrag, gefolgt von industriellen Prozessen und die Energieerzeugung. Der Umschlag von Schüttgütern, die Landwirtschaft und die Wärmeversorgung von Wohngebäuden leisten vergleichsweise geringe Beiträge. Lokal und kurzzeitig auftretende Emissionen werden statistisch nicht erfasst. Hierzu zählen im privaten Bereich z.B. Kerzen- und Tabakrauch, Brauchtumsfeuer, Räucherstäbchen und Grillfeuer. In Büros sind die Toner von Druckern und Kopierern die hauptsächlichen Quellen. Für die Zukunft wird bei verkehrsbedingten Emissionen mit einem Zuwachs gerechnet, falls dieser nicht durch technische Maßnahmen gemindert werden kann. Für industrielle Prozesse, Schüttgutumschlag und die Landwirtschaft sind keine wesentlichen Veränderungen zu erwarten. Der zukünftige Beitrag der Stromversorgung wird von der Erneuerung von einem Viertel des Kraftwerksbestands in den nächsten 15 Jahren bestimmt.

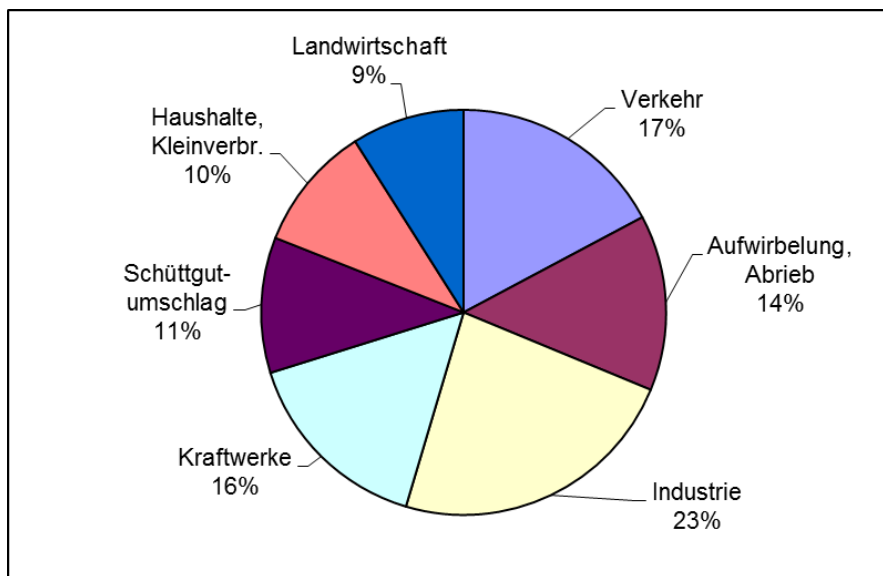


Bild 2: Verursacher von Staubemissionen bezogen auf Partikelemissionen aller Größen [7; 10; 15]

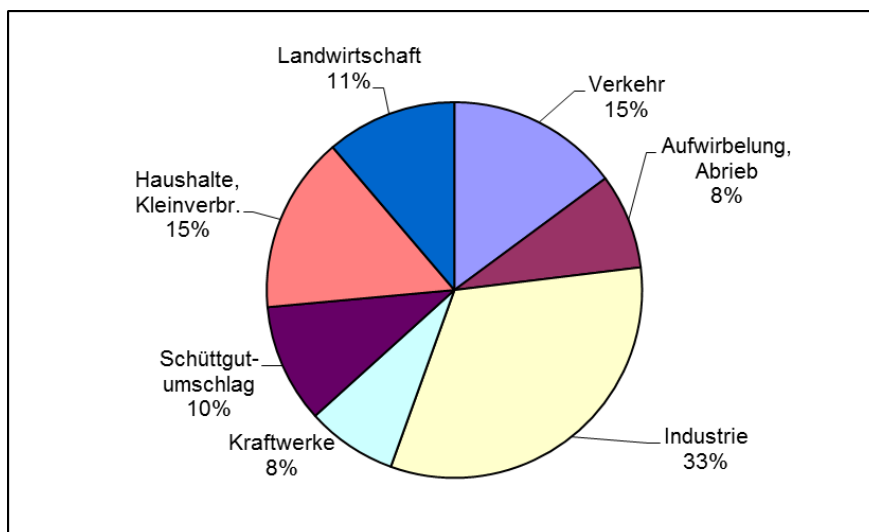


Bild 3: Verursacher von Staubemissionen bezogen auf Feinstaub PM 10 [7; 10; 11; 15]

Anteil der Sektoren Haushalte und Kleinverbrauch

Emissionen von Holzheizanlagen treten fast ausschließlich in den Sektoren Haushalte und Kleinverbrauch¹ auf. Wie in Bild 4 dargestellt, wird der Endenergieverbrauch dieser Sektoren in Deutschland zur Hälfte von Erdgas gedeckt, gefolgt von Heizöl (und einem geringen Anteil Flüssiggas) mit 36 %. Erneuerbare Energiequellen leisten einen Beitrag von 4 % (davon Holz 90 % und Solarkollektoren 10 %).

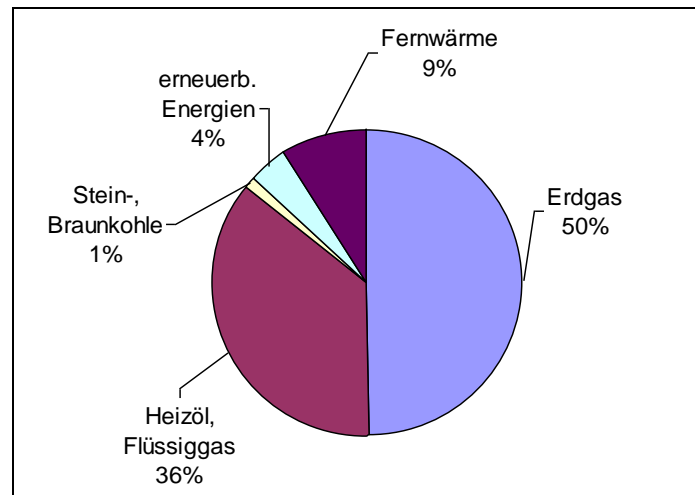


Bild 4: Energieträger zur Deckung des Endenergieverbrauchs der Sektoren Haushalte und Kleinverbrauch [3]

Zur Ermittlung der Staubemissionen werden die spezifischen Emissionsfaktoren der Energieträger angelegt (Bild 5). Sie beinhalten die Emissionen der gesamten Kette der Brennstoffgewinnung, -bereitstellung und -nutzung. Diese Betrachtung entspricht dem anerkannten Stand der Wissenschaft und ist für eine vollständige Bewertung der Umweltauswirkungen unerlässlich. Gesetzliche Regelungen zur Begrenzung der Emissionen einzelner Anlagen wie die 1. BImSchV müssen im Gegensatz hierzu nur die am Ort der Verbrennung freigesetzten Schadstoffe betrachten und sind daher für eine Gesamtbewertung ungeeignet.

Die Festbrennstoffe Kohle und Holz zeigen ihre vglw. hohen Werte. Bei Holz sind sie stark von der Form des Brennstoffs und der Verbrennungstechnik beeinflusst. Die Werte von Erdgas- und Holzpelletfeuerungen unterscheiden sich etwa um den Faktor 8. Der gleiche Faktor liegt zwischen den modernen Holzfeuerungen und veralteten Kesseln und offenen Kaminen. Die Anteile der einzelnen Holzheiztechnologien wurden in der Niedersächsischen Feuerstättenzählung ermittelt [14].

Bei Betrachtung der absoluten Werte leistet Heizöl aufgrund seines Verbrauchsanteils und der im Vergleich zu Erdgas höheren Emissionswerte mit 36 % größten Beitrag zu den Staubemissionen (Bild 6). Erdgas und Fernwärme zeigen ihre emissionsseitigen Vorteile und leisten unterproportionale Beiträge. Die Festbrennstoffe Kohle und Holz haben typischerweise einen überproportionalen Anteil, der bei Kohle trotz des geringen Anteils am Energieverbrauch zu einem Beitrag von 13 % an den Staub-

¹ Kleinverbrauch beinhaltet die Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Handwerk, Landwirtschaft und öffentliche Hand

emissionen führt. Der Wert für Holz liegt bei 38 %. Da der Beitrag der Sektoren Haushalte und Kleinverbrauch an den Gesamtstaubemissionen 10 % beträgt (s. Bild 2), liegt der Anteil des Energieträgers Holz insgesamt also bei 3,8 %. Der Beitrag dieser Sektoren an den Feinstaubemissionen liegt bei 15 % (s. Bild 3), so dass der Feinstaubanteil von Holzheizanlagen insgesamt 5,7 % beträgt. Bei stetiger Erneuerung bestehender Holzheizanlagen sind verringerte Emissionen zu erwarten.

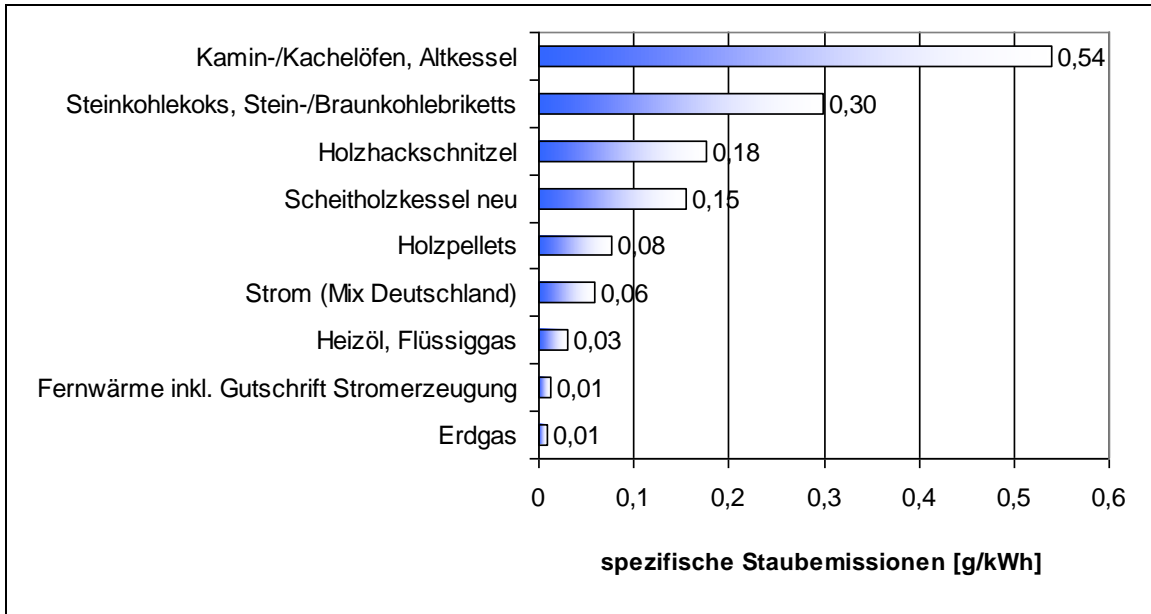


Bild 5: Emissionsfaktoren der Energieträger [8]

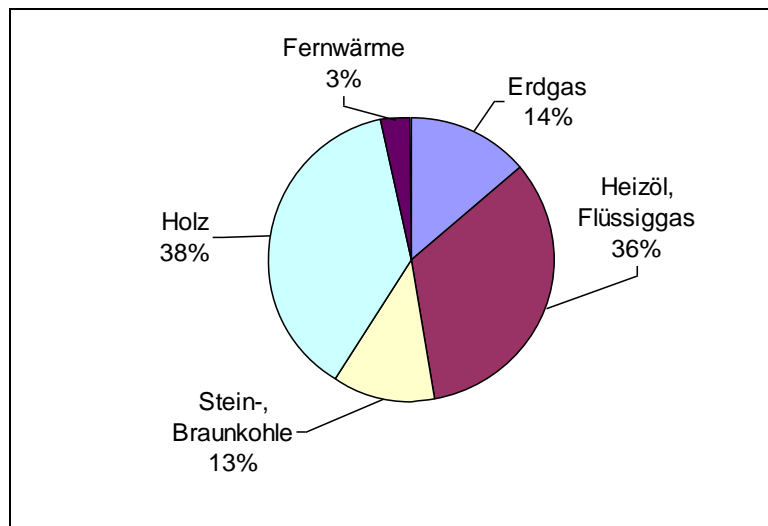


Bild 6: Gesamtstaubemissionen der Sektoren Haushalte und Kleinverbrauch

	Wärme TJ/a	Wärme GWh/a	Staubemissionen t/a
Erdgas	1.377.500	382.639	3.444
Heizöl, Flüssiggas	993.500	275.972	8.279
Stein-, Braunkohle	35.200	9.778	2.928
erneuerbare Energien	113.760	31.600	7.318
Fernwärme	243.200	67.556	811
Summe	2.763.160	767.544	22.779

Tabelle 1: Anteile der Energieträger an der Wärmeerzeugung und den Gesamtstaubemissionen in Deutschland

Wie sind die Holzheiztechniken zu bewerten?

Bei der Bewertung des Emissionsverhaltens von Holzfeuerungen ist zwischen den Brennstoffen und den Feuerungstechniken zu unterscheiden. Kamin- und Kachelöfen sowie ältere Scheitholzkessel weisen die höchsten Werte auf, sie liegen bei unsachgemäßer Beschickung z.T. auch über dem Grenzwert der 1. BImSchV. Normgerecht produzierte Pellets weisen aufgrund ihres geringen Abriebs den niedrigsten Staubanteil auf. Bei Hackschnitzeln besteht die größte Bandbreite, die ihre Ursache neben der Herkunft (z.B. Waldholz oder Gebrauchtholz) vor allem in der Produktion hat. Hier können die ÖNORM M 7133 und die europäische Norm EN 14961 einen wichtigen Beitrag zur Qualitätssicherung leisten. Seitens der Verbrennungstechnik liegen Kessel mit aktiver Staubabscheidung vorn, wie sie bei Pellets und Hackschnitzeln eingesetzt werden. Um den bis 2014 geltenden Grenzwert der 1. BImSchV ($150 \text{ mg/m}^3_{\text{N}} = \text{mg je m}^3 \text{ Rauchgas bei Normbedingungen}$) einzuhalten, sind Zyklone ausreichend. Bei Typenprüfungen unter Teststandsbedingungen werden mit dieser Technik auch die Vorgaben des Marktanzreizprogramms des Bundes ($50 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$) eingehalten, unter Praxisbedingungen liegen die Werte jedoch oft etwas höher. Ab 2015 gelten für Neuanlagen verschärfte Grenzwerte der 1. BImSchV. Dies bedeutet Änderungen in den folgenden Punkten:

- Senkung der Untergrenze für überwachungsbedürftige Anlagen von 15 kW auf 4 kW, bei Einzelraumfeuerungen gibt es keine Untergrenze
- Die Prüfungsintervalle betragen 2 Jahre.
- Vorschreiben von Pufferspeichern mit einem so großen Volumen, dass die Anlagen weitgehend in Volllast betrieben werden: 55 l/kW bei manuell befeuerten Anlagen, 20 l/kW bei automatisch befeuerten Anlagen
- Einzelraumfeuerungen benötigen eine Typenprüfung, sie waren bisher nicht erfasst.
- Die maximalen Staubemissionen betragen $20 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$, die maximalen CO-Emissionen $400 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$. Für bestehende Anlagen gelten langfristige Übergangsregelungen. Anlagen, die zwischen dem 01.01.95 und dem 21.03.10 in Betrieb genommen wurden, müssen bspw. bis zum 31.12.24 umgerüstet werden.

Das UBA kritisiert den Betrieb von offenen Kaminen, Kaminöfen und Kachelöfen, befürwortet jedoch den Einsatz von Holzpellets. Die im Vergleich zu Heizöl und Erdgas höheren Staubemissionen seien aufgrund der CO₂-neutralen Verbrennung zu tolerieren, da sie die geringsten Werte innerhalb der Holzbrennstoffe aufweisen [11].

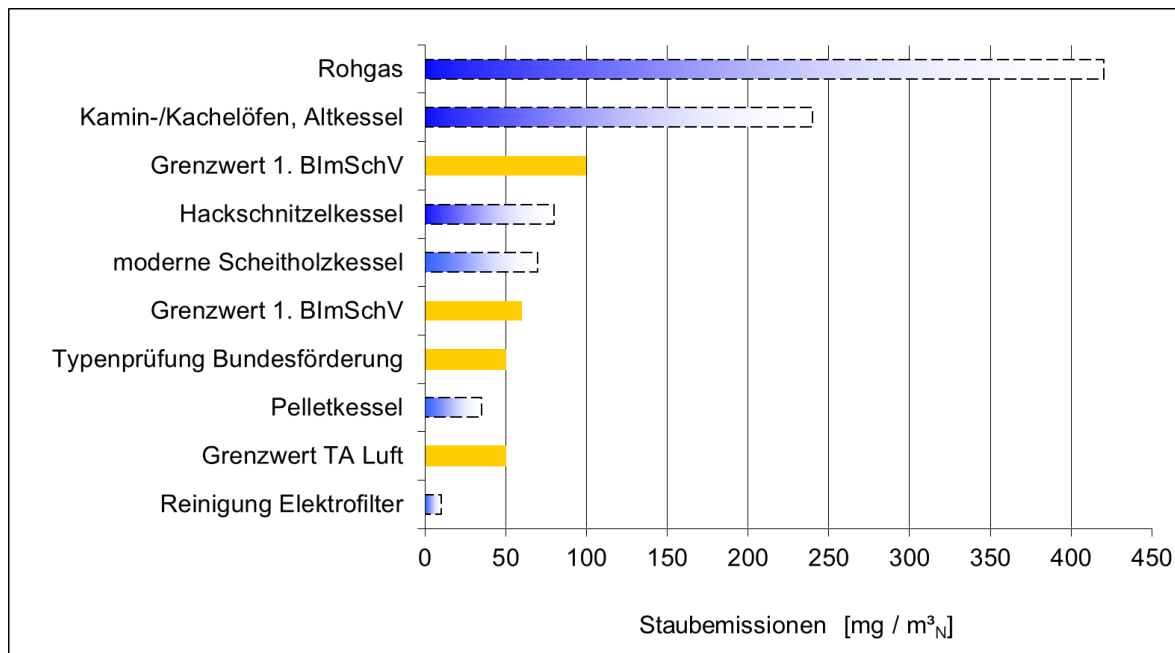


Bild 7: Staubemissionen der Verbrennungstechniken für Holzbrennstoffe und geltende Grenzwerte [1; 4; 5; 11]

Bei Anlagen mit mehr als 1.000 kW Feuerungsleistung werden Elektrofilter eingesetzt, um die Vorgaben der dort geltenden TA Luft (50 mg/m³_N) zu unterschreiten. Sie sind jedoch mit Investitionen verbunden, die im kleineren Leistungsbereich den Betrieb einer Holzheizanlage unwirtschaftlich werden lassen und somit verhindern. Einfachere Filter für Kleinanlagen sind in der Entwicklung. In Pellet- und Scheitholzvergaserkesseln führen Beruhigungszonen in den Rauchgaswegen zur Emissionsminderung. Durch Kondensation von Rauchgasen werden Werte von 20 - 30 mg/m³_N erreicht. Wenn dabei auch eine Nutzung des Brennwertes möglich ist, kann der Kesselwirkungsgrad außerdem um 8 - 15 % erhöht werden. Einfachere Verbrennungstechniken wie Kaminöfen oder Durchbrandöfen führen zu höheren Freisetzungen, offene Kamine weisen sogar keinerlei Minderungsmöglichkeiten auf. Dies führt zu Mehrbelastungen, wenn solche Anlagen neu installiert oder ältere Öfen aufgrund hoher Erdgas-/Heizölpreise wieder in Betrieb genommen werden. Der Ersatz dieser Kessel durch moderne Pellet- oder Hackschnitzelkessel kann die Staubemissionen also deutlich senken, ohne auf die CO₂-freie Wärmeerzeugung zu verzichten.

Bild 8 zeigt die Verteilung der Staubemissionen auf die Verbrennungstechniken in Niedersachsen. Der überwiegende Anteil der Emissionen wird aufgrund ihrer einfachen Technik und ihrer hohen Stückzahl von Scheitholzöfen freigesetzt.

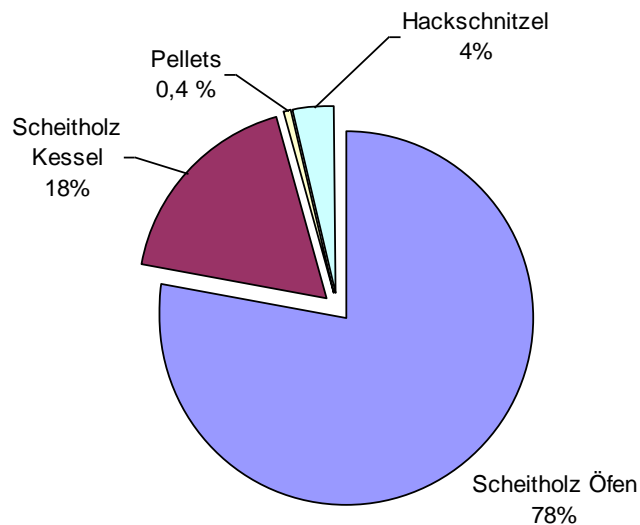


Bild 8: Anteile der Verbrennungstechniken an den Staubemissionen

Die Emissionen von Holzheizanlagen werden durch die folgenden Faktoren beeinflusst, wobei manuell beschickte Kessel höhere Emissionswerte aufweisen als automatisch beschickte Anlagen.

- Anpassung der Feuerung an den Brennstoff und Schwankungen der Brennstoffqualität

Um einen guten Ausbrand zu erreichen, müssen Feuerung und Brennstoff aneinander angepasst sein. Wird zu feuchter Brennstoff eingesetzt, kann es zu unvollständiger Verbrennung kommen. Wird hingegen zu trockenes Holz mit hohem Feinanteil eingesetzt, steigen die Staubemissionen aufgrund hoher Abgastemperaturen und -geschwindigkeiten. Pellets sind von derartigen Schwankungen am wenigsten betroffen, hier ist jedoch auf eine schonende Brennstoffförderung in das Lager und in den Kessel zu achten, um den Abrieb gering zu halten.

- Anlagenkonfiguration (Dimensionierung, Pufferspeicher) und Betriebsweise der Anlage (Volllast, Teillast, Gluterhalt)

Die geringsten Emissionen entstehen bei Volllast. Sie können im Teillastbetrieb bei verringerter Wärmeabnahme zunehmen und erreichen im Gluterhaltungsbetrieb Maximalwerte. Die Einbindung eines Pufferspeichers kann hier für einen gleichmäßigeren Betrieb sorgen und zahlreiche Lastwechsel vermeiden. Darüber hinaus ist auf eine geeignete Auslegung der Anlagen zu achten, um häufigen Gluterhaltungsbetrieb durch Überdimensionierung zu vermeiden. Da die Wärmeleistung von Kaminöfen meist über dem Wärmebedarf des Aufstellraums liegt, sind Öfen mit einem Anschluss an Zentralheizungssysteme zu bevorzugen.

- Technischer Zustand der Anlagen (Wartung, Instandhaltung)

Um eine gleichbleibend gute Verbrennung zu erreichen, sind eine regelmäßige Reinigung der Wärmetauscherflächen und die sofortige Beseitigung etwaiger Defekte erforderlich.

Durch den Einsatz von effizienten Kesseln und hochwertigen Brennstoffen wird der Zielkonflikt zwischen Klimaschutz, Ressourcenschonung und Luftreinhaltung am besten gelöst. Angenehmer

„Nebeneffekt“ für die Betreiber ist dabei, dass derartige Anlagen auch die höchsten Wirkungsgrade und die höchste Zuverlässigkeit aufweisen.

Quellen

1. Biomasse-Infozentrum: „Holzpellets – eine Energie, die nachwächst“. Stuttgart 2001
2. Almut Brusckke-Reimer: „Feinstaub wird heiß diskutiert“. Pellets – Markt und Technik 04/2005
3. Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit: „Energiedaten 2004 – Zahlen und Fakten“. Berlin 2005
4. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: „Bioenergie-Kleinanlagen“. Gülzow 2003
5. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: „Marktübersicht Holzpelletkessel“. Gülzow 2005
6. Grebe, Armin: „Feinstaubbelastung von Holzheizungen“. Hannover 2005
7. Lahl, Uwe: „Feinstaub – eine gesundheitspolitische Herausforderung“. Berlin 2005
8. Öko-Institut Freiburg und Universität Kassel: "Gesamtemissionsmodell integrierter Systeme, Version 4.6", Darmstadt 2010
9. Struschka, Michael u.a.: „Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinfeuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher“. UBA-Texte 41/03. Berlin 2003
10. Umweltbundesamt: „Hintergrundpapier zum Thema Staub/Feinstaub“. Berlin 2005
11. Umweltbundesamt: „Die Nebenwirkungen der Behaglichkeit: Feinstaub aus Kamin und Holzofen“. Dessau 2006
12. C.A.R.M.E.N. e.V.: „Filtertechniken für Biomasseanlagen im kleinen und mittleren Leistungsbereich“. Straubing 2006
13. C.A.R.M.E.N. e.V.: „Feinstaub ist nicht gleich Feinstaub“. Straubing 2007
14. 3N / Landesinnungsverband für das Schornsteinfegerhandwerk Niedersachsen: „Feuerstättenzählung für regenerative Brennstoffe 2012“. Göttingen/Langenhagen 2014
15. Umweltbundesamt: „Entwicklung der Luftqualität in Deutschland“. Dessau 2009
16. Umweltbundesamt: „Luftqualität 2013“. Dessau 2014

3N-Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Geschäftsstelle, 49757 Werlte, Kompaniestr. 1
Tel.: 0 59 51/ 98 93 – 0, Fax: 0 59 51/ 98 93 – 11
E-Mail: info@3-n.info, Web: www.3-n.info

Büro Göttingen, 37075 Göttingen, Rudolf-Diesel-Str. 12
Tel.: 05 51/ 3 07 38 – 17, Fax: 05 51/ 3 07 38 – 21
E-Mail: goettingen@3-n.info, Web: www.3-n.info
