

Abschätzung des Anteils zentraler Holzfeuerungsanlagen an den Staubemissionen in Deutschland

Kurzstudie

Dr. Volker Lenz

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116
04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434-112
Fax: +49 (0)341 2434-133

www.dbfz.de
info@dbfz.de

Auftraggeber

IG GmbH
z.Hd. Herr Dr. Lothar Breidenbach
Frankfurter Straße 720-726
51145 Köln

Deutsches Pelletinstitut GmbH (DEPI)
z.Hd. Herr Martin Bentele
Neustädtische Kirchstraße 8
10117 Berlin

Ansprechpartner:

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig
Tel.: +49 (0)341 2434-112
Fax: +49 (0)341 2434-133
E-Mail: info@dbfz.de
Internet: www.dbfz.de

Dr. Volker Lenz

Tel.: +49 (0)341 2434-450
E-Mail: volker.lenz@dbfz.de

Erstelldatum:

09.10.2014

Projektnummer DBFZ:

3114000 – IG_DEPI

Gesamtseitenzahl + Anlagen

17

Volker Lenz

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis.....	IV
1 Hintergrund und Zielsetzung	1
1.1 Hintergrund	1
1.2 Zielsetzung.....	2
1.3 Aufbau	2
2 Methodik	3
2.1 Begrifflichkeiten	3
2.2 Herangehensweise	4
3 Ergebnisse.....	7
3.1 Brennstoffeinsatz.....	7
3.2 Staubemissionen	8
4 Diskussion.....	10
5 Kurzzusammenfassung.....	11
Literatur- und Referenzverzeichnis	13

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
1.BImSchV	1. Bundesimmissionsschutzverordnung (Kleinanlagenfeuerungsverordnung)
AGEE-stat	Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Statistik
BDH	Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V.
DEPV	Deutscher Energiepelletverband e.V.
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
kt	Kilotonne = 1000 t
UBA	Umweltbundesamt

1 Hintergrund und Zielsetzung

1.1 Hintergrund

Im März 2010 wurde nach langjähriger Überarbeitung die Novellierung der Kleinanlagenfeuerungsverordnung (1.BImSchV) in Kraft gesetzt [1]. Vorangegangen war eine zum Teil heftige Diskussion um den Umfang und die Bedeutung der Staubemissionen aus Holzfeuerungsanlagen in Deutschland. Daten des Umweltbundesamtes zeigen, dass die Holzfeuerungen einen zunehmenden Anteil an den gesamten Staubemissionen in Deutschland haben [2]. Parallel haben verschiedene Studien die toxikologische Relevanz von Feinstäuben als Ganzes belegt [3],[4], so dass auch auf europäischer Ebene eine Verschärfung der Immissionsschutzvorgaben für Staub erfolgte [5].

Unter diesem Handlungsdruck wurde unter anderem eine deutliche Verschärfung der Staubgrenzwerte ins Auge gefasst (vergleiche Tabelle 1). Dabei wurden sowohl Einzelraumfeuerungen als auch Kesselanlagen und Neu- wie auch erstmals Altanlagen berücksichtigt. Um der Industrie die Möglichkeit zur Anpassung ihrer Geräte einzuräumen wurde eine zweistufige Verschärfung vorgesehen.

Tabelle 1: 1. und 2. Stufe der Staubgrenzwerte der novellierten 1.BImSchV [1]; Für Kesselanlagen wurde mit der Novellierung der 1.BImSchV die Leistungsgrenze, ab der die Grenzwerte greifen, von 15 auf 4 kW gesenkt. WT .. Wärmetauscher

Staub in g/m ³	Kessel			Einzelraumfeuerungen	
	Stückholz	Holzhack- schnittzel	Holz- pellets	Scheitholz	Holzpellets (ohne WT / mit WT)
Nachweis	bei wiederkehrender Messung im Feld			Typenprüfprotokoll (Altanlage ohne Typenprüfung mittels Feldvermessung)	
Altanlagen vor 22.03.2010				0,15	0,15
1. Stufe ab 22.03.2010	0,15	0,15	0,15	Nachweis bis 31.12.2013; bei Nichteinhaltung Austausch je nach Alter	
Altanlagen 2. Stufe beginnend ab 1.1.2015 (nach Alter gestaffelt)	0,1	0,1	0,06	keine weiteren Anforderungen	
Neuanlagen ab 22.03.2010 (1.Stufe)	0,1	0,1	0,06	0,075	0,05 / 0,03
Neuanlagen ab 1.1.2015 (2.Stufe)	0,1	0,02	0,02	0,04	0,03 / 0,02
Neuanlagen ab 1.1.2017 (2.Stufe)	0,02				

Mit Ausnahme von Stückholzkesseln wird die zweite Stufe für Pelletkessel und Holzhackschnittzelkessel zum 1.1.2015 für ab dann neu installierte Kessel gültig.

Während für neu zu installierende Einzelraumfeuerungen ausreichende Produktzahlen den Nachweis zur Einhaltung der Anforderungen erbracht haben, wird von nicht unwesentlichen Akteurskreisen (Kesselhersteller, Abscheiderhersteller, Verbände usw.) befürchtet, dass die Vorgaben für Kessel bei den geforderten Nachweisbedingungen nicht sicher und wiederkehrend eingehalten werden können, obwohl Kessel mit einer grundsätzlich höherwertigen Technik ausgestattet sind als Einzelraumfeuerungen. Diese Diskrepanz ergibt sich aus den unterschiedlichen Nachweisanforderungen. Während bei Einzelraumfeuerungen ein einmaliger Typenprüfnachweis im Labor ausreicht, müssen alle Kessel ab 4 kW Nennleistung alle zwei Jahre in einer wiederkehrenden Messung die Einhaltung des Grenzwertes von $0,02 \text{ g/m}^3$ im Norm bei 13% Bezugssauerstoff bei Nennlast nachweisen [1]. Damit unterliegen sie allen Unwägbarkeiten des realen Betriebs, die zu einer deutlichen Abweichung der Messergebnisse von denen der Typenprüfung führen können.

Vielfach wird von Kesselherstellern aus dem In- und Ausland reklamiert, dass ihre Anlagen auf dem Prüfstand genauso die vorgegebenen Grenzwerte einhalten wie es die Einzelraumfeuerungen erreichen, und sie sehen sich daher in der Position alles Notwendige in der Entwicklung getan zu haben. Gleichzeitig weist aber das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) nachdrücklich darauf hin, dass die Typenprüfung zwar den Vertrieb der Kessel in Deutschland erlaubt, für den Betrieb aber die Einhaltung der Grenzwerte nach der 1.BImSchV im Betrieb erforderlich ist. Anfang 2014 wurde zudem von Seiten des BMU ausdrücklich bestätigt, dass eine Fristverschiebung zur Einführung der 2.Stufe der 1.BImSchV bei Pellet- und Holzhackschnitzelkesseln nicht zur Diskussion steht.

1.2 Zielsetzung

Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel dieser Kurzstudie eine objektive Einschätzung zum Anteil der Staubemissionen aus zentralen Holzfeuerungsanlagen im Vergleich zu denen aus Einzelraumfeuerungen und im Vergleich zu den anderen Staubemittentem in Deutschland zu erarbeiten.

1.3 Aufbau

In Kapitel 2 wird die verwendete Methodik erläutert. Darauf aufbauend werden in Kapitel 3 die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen dargestellt. Diese werden dann in Kapitel 4 kurz diskutiert und bezüglich ihrer Bedeutung im Hinblick auf die Fragestellung beleuchtet. Im Kapitel 5 findet sich abschließend eine Kurzzusammenfassung für mögliche Veröffentlichungen.

2 Methodik

2.1 Begrifflichkeiten

Einzelraumfeuerung. „Feuerungsanlage, die vorrangig zur Beheizung des Aufstellraumes verwendet wird, sowie Herde mit oder ohne indirekt beheizter Backvorrichtung“ [1].

Kessel oder zentrale Holzfeuerungsanlage. Feuerungsanlage, die keine Einzelraumfeuerung ist [1].

Staubemissionen. In der Presse und Öffentlichkeit wird im Zusammenhang mit Holzfeuerungsanlagen häufig von Feinstaubemissionen geredet. Dabei handelt es sich grundsätzlich nur um diejenigen Partikel und Tröpfchen in der Luft, die einen aerodynamischen Durchmesser von maximal 10 µm (= 10/1000 mm) aufweisen. Größere Staubpartikel werden als weniger gesundheitsschädlich angesehen und daher in den Luftreinhaltevorschriften der EU anderweitig berücksichtigt [5]. Aus medizinischer Sicht erscheint diese Differenzierung des Gesamtstaubs (alle Partikel) gerechtfertigt, da sich größere Partikel zum Einen vergleichsweise schnell absetzen und zum Anderen von den oberen Atemorganen des Menschen gut gefiltert und wieder ausgeschieden werden können. Eine weitergehende Unterscheidung betrachtet Partikel mit einem maximalen Durchmesser von 2,5 µm, 1 µm und 0,1 µm. Mit sinkender Größe steigt tendenziell die Gesundheitsgefährdung, da kleinere Partikel leichter in die Blutbahn gelangen und sehr kleine Partikel auch aus dem Blut in die Gehirnflüssigkeit übergehen können. Dabei können Sie toxische Stoffe wie PAK und PCDD/F transportieren.

Da jedoch die meisten bisherigen großflächigen Studien Gesamtstaub zu den Gesundheitseffekten korreliert haben und die Differenzierung insbesondere nach den einzelnen Quellen schwierig ist, spricht die für die hier betrachtete Fragestellung relevante 1.BImSchV nur von Staubemissionen, d.h. Gesamtstaubwerten.

Für die Gruppe der zentralen Holzfeuerungsanlagen ist aus verschiedenen Versuchen bekannt, dass je nach Verbrennungsbedingungen meist 80 bis 99% der Partikelmasse aus Teilchen mit maximal 10 µm bestehen. Für den Anteil der größeren Partikel kann keine einfache quantitative Korrelation angegeben werden, so dass die Ausdifferenzierung über alle in Deutschland betriebenen Anlagen äußerst schwierig ist. Grundsätzlich gilt aber, dass eine saubere Verbrennung tendenziell eher kleinere Staubpartikel aufweist, was auch mit den zugrundeliegenden Bildungsmechanismen korreliert [6].

Insofern wird für diese Studie ebenfalls nur auf Gesamtstaubemissionen abgestellt, auch wenn von Staubemissionen die Rede ist.

Agrarbrennstoffeinsatz. Die energetische Nutzung von fester Biomasse in Feuerungsanlagen unter 1 MW Kesselleistung basiert bisher nahezu ausschließlich auf Holzbrennstoffen. Offiziell gibt es nur eine Hand voll Kessel, die Miscanthus-, Stroh- oder sonstige nicht-holzartige Brennstoffe einsetzen. Insofern wird für diese Kurzstudie davon ausgegangen, dass alle betrachteten Anlagen Holzbrennstoffe einsetzen.

2.2 Herangehensweise

Das Umweltbundesamt erstellt jährlich Inventare der Schadstofffrachten in Deutschland [2] – u.a. auch für Staubemissionen. Dabei wird in den offiziellen Veröffentlichungen keine Unterscheidung zwischen Einzelraumfeuerungen und zentralen Holzfeuerungsanlagen vorgenommen. Da die zugehörige Datenbasis nicht zugänglich ist, muss vom DBFZ die Ausdifferenzierung in Einzelraumfeuerungen und zentralen Holzfeuerungsanlagen nachgebildet werden.

Die exakte Menge der Staubemissionen aus Holzfeuerungsanlagen ergäbe sich aus der Summation der Staubemissionen jeder einzelnen in Deutschland betriebenen Feuerung. Um diese Zahlen zu erheben, wären entweder alle Anlagen (13 – 15 Millionen) kontinuierlich zu vermessen, oder es müsste für jede Anlage die Nutzungshäufigkeit, die typische Nutzungsform (Dauerbetrieb, Kurzbetrieb, usw.) und die zugehörigen durchschnittlichen spezifischen Staubemissionen bekannt sein.

Beides ist bei der großen Zahl an Anlagen nicht möglich. Insbesondere besteht bisher noch nicht einmal eine verlässliche Datenbasis über die Anzahl der in Deutschland tatsächlich betriebenen Holzfeuerungen. An dieser Fragestellung arbeitet das DBFZ gerade zusammen mit dem Zentralen Innungsverband der Schornsteinfeger. Zuverlässige Ergebnisse werden aber erst in den nächsten Jahren erwartet.

Insofern hat sich bis auf Weiteres das in Abbildung 1 dargestellte Verfahren als pragmatische Methode herauskristallisiert.

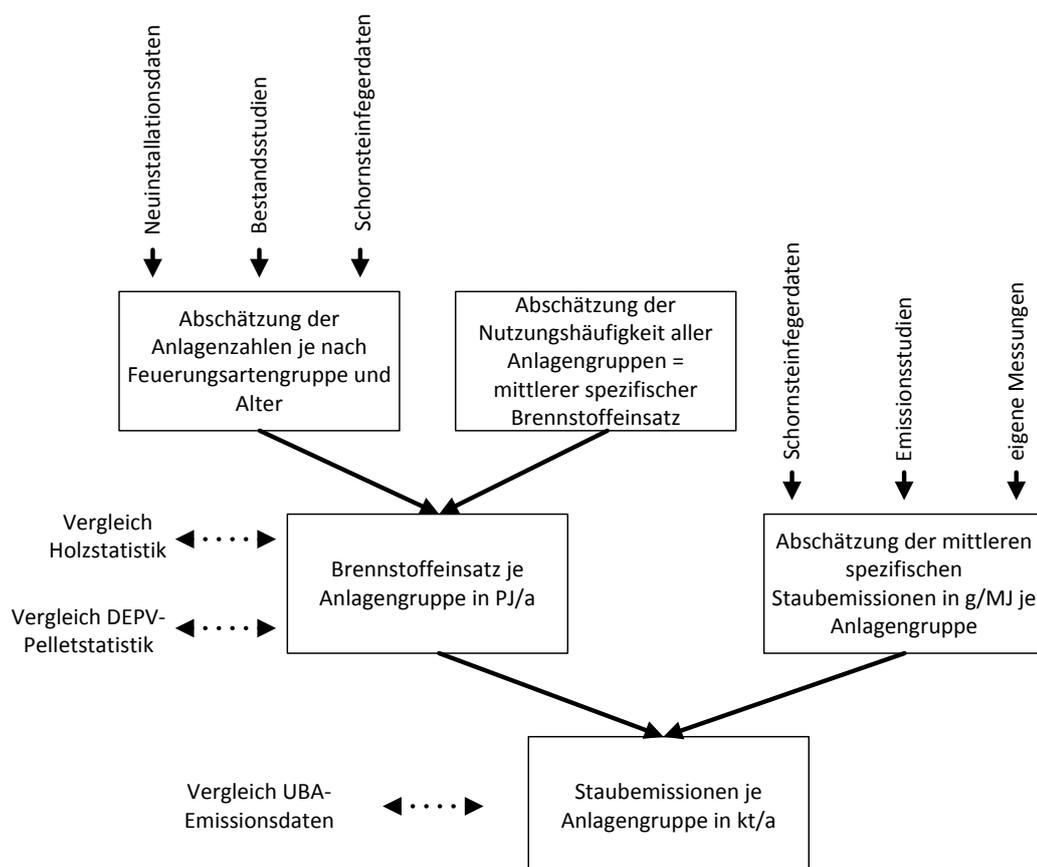


Abbildung 1: Methodisches Vorgehen bei der Abschätzung von Brennstoffeinsatz und Staubemissionen in dieser Studie

Anlagenzahlen. Aus der Literatur werden in Kombination mit den von den Feuerungsanlagenherstellern und deren Verbänden veröffentlichten Installationszahlen eine Datentabelle erstellt, in der je nach Feuerungsart (in Anlehnung an die erste BImSchV) der Bestand der in Deutschland betriebenen Holzfeuerungsanlagen differenziert nach dem Inbetriebnahmejahr aufgeführt sind. Diese Tabelle stellt derzeit noch eine grobe Abschätzung dar, da ein Vergleich mit einer tatsächlich erhobenen umfassenden Stichprobe noch fehlt. Diese Übersicht ist jährlich im Hinblick auf Neuinstallationen und Stilllegungen zu aktualisieren, wobei für die Anzahl an Neuinstallationen zumindest für Feuerungsgruppen vergleichsweise gute Zahlen vorhanden sind, während die Zahl der Stilllegungen geschätzt werden muss.

Spezifische Nutzung. Als zweite Datentabelle ist die spezifische mittlere Nutzung der einzelnen Feuerungsarten abzuschätzen. Dabei sind gegebenenfalls mögliche Veränderungen mit dem Erstinstallationsdatum zu bedenken. Auch muss eine Mittelung über das Bundesgebiet vorgenommen werden, wissend, dass einzelne Feuerungsarten in den verschiedenen Regionen Deutschlands unterschiedlich genutzt werden (z.B. Kaminöfen in den Alten Bundesländern oft als Wohlfühl-Luxus-Produkt und in den Neuen Bundesländern als wesentliche Zusatzheizquelle).

Brennstoffeinsatz. Aus der Multiplikation der Anlagenzahlen und der spezifischen Nutzung ergibt sich nach Aufsummation über die Jahre und die Feuerungsarten die Einsatzmenge an Brennstoffen. Diese Zahl kann mit veröffentlichten Statistiken verglichen werden (AGEE-stat [7]; Holzstatistik Mantau [8]; Holzpelletverbrauch DEPV [9]). An dieser Stelle kann auch eine Unterscheidung in Scheitholz, Holzpellets und Holz hackschnitzel getroffen werden, so dass ein über die Gesamtsumme hinausgehender Abgleich erfolgen kann. D.h. bei größeren Abweichungen in den Kontrollwerten, sind die beiden Datentabellen bezüglich Anlagenzahlen und spezifischer Nutzung zu überprüfen und zu korrigieren. Auf diese Weise ergibt sich eine für die Gesamtsumme des Einsatzes an Holzbrennstoffen weitgehend stabile Abschätzung zwischen den Gruppen Einzelraumfeuerungen (Scheitholz), Scheitholzkessel (Scheitholz), Pelletöfen (Holzpellets), Pelletkessel (Holzpellets) und Holz hackschnitzelkessel unter 1 MW (Holz hackschnitzel). Dieser Vergleich der Nutzungsmengen wird entsprechend in Kapitel 3 dargestellt. Die Brennstoffmengen werden dabei als Energiemenge beruhend auf dem wasserbedingten Heizwert in PJ angegeben.

Spezifische Staubemissionen. Aus den in verschiedenen eigenen Untersuchungen gewonnenen Erfahrungen zu spezifischen Staubemissionen, den Ergebnissen anderer Forschungseinrichtungen, der veröffentlichten Studien des Umweltbundesamtes und aus Schornsteinfegermessdaten (u.a. geliefert vom BDH), können spezifische Emissionswerte der Feuerungsarten je nach Alter der Anlagen abgeschätzt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Staubemissionen von verschiedenen Einflussgrößen abhängen und auch für jede einzelne Anlage schwanken. So hat das Betriebsverhalten, die Größenauslegung, die Brennstoffqualität, der Wartungszustand der Feuerung und vieles Mehr einen direkten Einfluss auf die Emissionen. Außerdem müssen die vorhandenen Messdaten mit äußerster Vorsicht betrachtet werden. Beispielsweise sind sowohl Typenprüfwerte als auch Schornsteinfegermesswerte unter speziellen Betriebsbedingungen ermittelt worden, die nicht das ganze Spektrum der Emissionen abbilden. Insbesondere bei den Einzelraumfeuerungen ist bekannt, dass die realen Emissionen je nach Nutzer deutlich über den Typenprüfwerten liegen können. Aber auch bei den zentralen Holzfeuerungsanlagen ist bekannt, dass niedrige Typenprüfergebnisse in der Praxis bei Schornsteinfegermessungen selten unterschritten werden (vergleiche Abbildung 2).

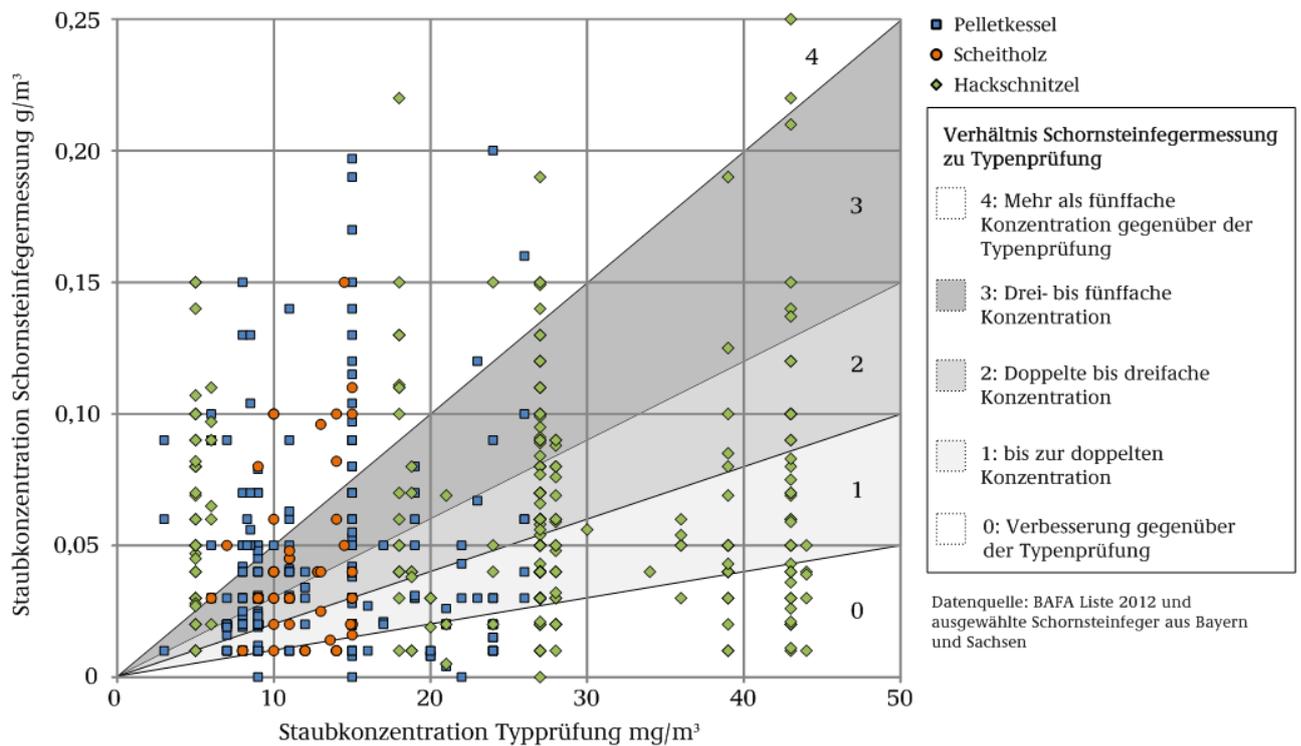


Abbildung 2: Vergleich von Staubemissionswerten zwischen Typenprüfergebnissen und für die gleichen Anlagen von Schornsteinfegern gemessenen Staubemissionen

Auch ist davon auszugehen, dass die bei der Schornsteinfegermessung bei Volllast ermittelten Staubemissionen nicht für alle Kessel repräsentativ für die durchschnittlichen Staubemissionen über das ganze Jahr sein müssen. Insofern sind entsprechende Anpassungen vorzunehmen.

Staubemissionen nach Gruppen. Durch Multiplikation der spezifischen Staubemissionen mit dem Brennstoffeinsatz und Aufsummation über die Installationsjahre kann für jede der oben genannten Gruppen eine Staubemissionsmenge für das Jahr 2013 ermittelt werden. Die Summe dieser Werte wird mit den Veröffentlichungen des Umweltbundesamtes (UBA) zu den Staubemissionsinventaren Deutschlands abgeglichen. Nur so kann sichergestellt werden, dass der Vergleich mit den anderen vom UBA ausgewiesenen Emittentengruppen und den über die im Bundesgebiet verteilten Messstationen ermittelten Gesamtwerte konsistent ist. Nach diesem Abgleich können für die Gruppen Einzelraumfeuerungen (Scheitholz), Scheitholzkessel (Scheitholz), Pelletöfen (Holzpellets), Pelletkessel (Holzpellets) und Holz hackschnitzelkessel unter 1 MW (Holzhackschnitzel) weitgehend stabile Staubemissionsmengen für 2013 angegeben werden.

Staubemittenten. Neben den Holzfeuerungsanlagen emittieren auch andere Verbrennungsanlagen Stäube. Die offiziellen Zahlen werden mit einem gewissen zeitlichen Verzug vom Umweltbundesamt veröffentlicht. Derzeit liegen die Zahlen bis Ende 2012 vor [2]. Die Statistik des UBA unterscheidet in die Gruppen: Energiewirtschaft, Verarbeitendes Gewerbe, Verkehr, Haushalte und Kleinverbraucher (vor allem Holzfeuerungsanlagen), Militär und weitere kleine Quellen, Diffuse Emissionen aus Brennstoffen, Industrieprozesse, Lösemittel und andere Produktverwendung sowie Landwirtschaft. Die Gruppe Abfall und Abwasser hat bei Staubemissionen keine Relevanz.

Da die Gruppe Haushalte und Kleinverbraucher neben den Emissionen aus Holzfeuerungsanlagen auch diejenigen der Öl-, Gas- und insbesondere Kohlenfeuerungen enthält, liegen die in dieser Studie ausgewiesenen Staubemissionen etwas unter den vom UBA ausgewiesenen Summenwerten.

Einordnung. Die Einordnung der Ergebnisse erfolgt im Rahmen der Diskussion in Kapitel 4. Diese erfolgt sowohl quantitativ im Hinblick auf den Vergleich zu Einzelraumfeuerungen und den Holzkesselarten sowie im Vergleich zu den anderen Emittentengruppen. Dabei werden auch die Entwicklungstendenzen der Emissionsmengen berücksichtigt und mögliche Folgen durch die Einführung der 2.Stufe der 1.BImSchV auf die zukünftige Entwicklung mitbetrachtet.

Auf eine Einordnung aus toxikologischer Sicht wird zum jetzigen Zeitpunkt verzichtet. Abgeschlossene und laufende Untersuchungen haben gezeigt, dass hier noch eine erhebliche Unsicherheit im Wissensstand vorhanden ist, so dass eine stabile Aussage noch nicht möglich ist. Untersuchungen von Klippel und Nussbaumer [10] legen nahe, dass die toxikologische Relevanz von Feinstäuben stark von der Qualität der Verbrennung abhängt. Dies erscheint grundsätzlich nachvollziehbar. Gleichzeitig haben Untersuchungen des DBFZ in Kooperation mit der Universität Konstanz und der Technischen Universität Hamburg-Harburg [11] den Verdacht nahe gelegt, dass die Bioverfügbarkeit gewisser Schadstoffe ein zusätzlich wichtiger Faktor sein könnte, der auf dem Weg von der Emission zur Immission einen nennenswerten Effekt bezüglich der tatsächlichen toxikologischen Wirkung der Staubemissionen haben könnte. Insofern kann weder zwischen den Feuerungsarten und deren typischer Staubzusammensetzung noch zwischen den Emittentengruppe eine wissenschaftlich fundierte abschließende Aussage getroffen werden.

Fehler. Obige Ausführungen haben bereits verdeutlicht, dass die im Folgenden dargestellten Ergebnisse mit einer nennenswerten Unsicherheit behaftet sind. An dieser Stelle sei gerade im Zusammenhang mit den Einzelraumfeuerungen auf die starke Abhängigkeit des Holzeinsatzes von den Witterungsbedingungen hingewiesen. So kann es zwischen „warmen“ und „kalten“ Jahren zu Schankungen um bis zu 10 % kommen. Zusätzlich führen sehr kalte Winter zum Einen zu einer kontinuierlicheren Nutzung der Einzelraumfeuerungen mit tendenziell sinkenden spezifischen Staubemissionen und zum Anderen zu einem verstärkten Einsatz nicht ausreichend getrockneter Hölzer mit einer Tendenz zu höheren spezifischen Emissionen.

Insgesamt sind nur Unterschiede von mindestens 10% als aussagekräftig für eine Interpretation anzusehen.

3 Ergebnisse

3.1 Brennstoffeinsatz

Tabelle 2 zeigt die für das Jahr 2013 ermittelten summierten Einsatzmengen an Brennstoffen ausgedrückt in Energiemengen in PJ für die Gruppen Einzelraumfeuerungen (Scheitholz), Scheitholzkessel (Scheitholz), Pelletöfen (Holzpellets), Pelletkessel (Holzpellets) und Holzhackschnitzelkessel unter 1 MW (Holzhackschnitzel).

Tabelle 2: Übersicht der Brennstoffeinsatzmengen 2013 je nach betrachteter Feuerungsartengruppe

Feuerungsartengruppe	Brennstoff	Brennstoff-Einsatzmenge in PJ
Einzelraumfeuerungen	Scheitholz	238
Pelletöfen	Holzpellets	1,4
Scheitholzkessel	Scheitholz	72
Pelletkessel	Holzpellets	33
Holzhackschnitzelkessel	Holzhackschnitzel	53

Tabelle 2 zeigt, dass in Kleinf Feuerungsanlagen unter 1 MW thermischer Leistung insgesamt rund 397 PJ im Jahr 2013 an Brennstoff eingesetzt wurde. Damit wurden rund 60 % der nach der 1. BImSchV verwendeten Brennstoffe in Einzelraumfeuerungen verbrannt; rund 40 % wurden in Kesseln genutzt.

3.2 Staubemissionen

Ausgehend von obigen Nutzungsmengen ergeben sich für die betrachteten Gruppen die in Tabelle 3 dargelegten Staubemissionen.

Tabelle 3: Staubemissionsmengen 2013 der untersuchten Feuerungsartengruppen

Feuerungsartengruppe	Brennstoff	Staubemissionsmengen in kt/a
Einzelraumfeuerungen	Scheitholz	30
Pelletöfen	Holzpellets	0,04
Scheitholzkessel	Scheitholz	2,9
Pelletkessel	Holzpellets	1,3
Holzhackschnitzelkessel	Holzhackschnitzel	3,9

Die prozentuale Verteilung der Staubemissionsmengen 2013 je nach Feuerungsartengruppe zeigt Abbildung 3.

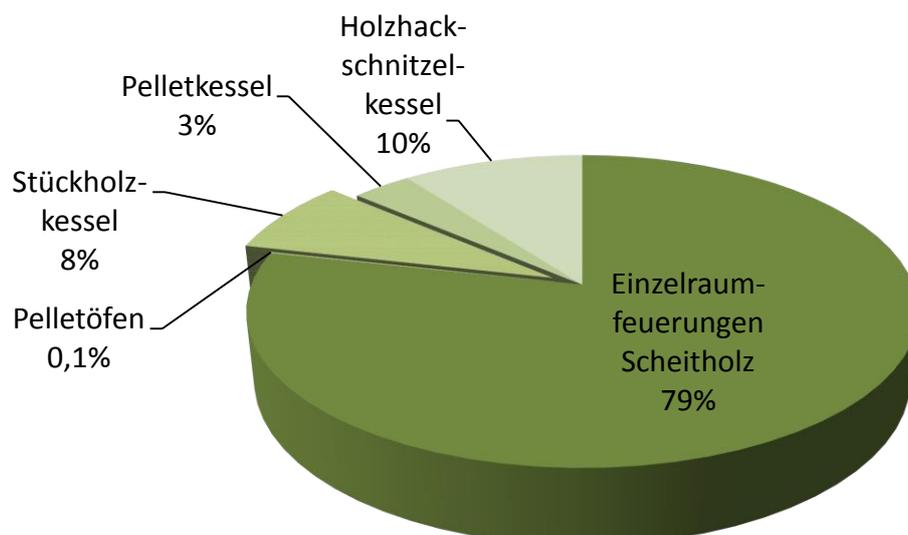


Abbildung 3: Relative Verteilung der Staubemissionen 2013 je nach Feuerungsartengruppen

Die Verteilung der Staubemissionen auf die betrachteten Feuerungsartengruppen zeigt, dass fast 80 % der Staubemissionen von Holzfeuerungsanlagen in 2013 in Deutschland von den installierten Einzelraumfeuerungen stammen. Die Kessel tragen zusammen nur mit knapp über 20 % bei, wobei die Pelletkessel mit 3 % den geringsten Anteil aufweisen.

Aus Tabelle 2 und Tabelle 3 lassen sich für die fünf betrachteten Gruppen an Holzfeuerungsanlagen rechnerisch gemittelte spezifische Staubemissionen je eingesetztem Brennstoffenergieinhalt berechnen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Mittlere spezifische Staubemissionen 2013 je nach Feuerungsartengruppe

Feuerungsartengruppe	Brennstoff	Spezifische Staubemissionen in g/MJ Brennstoffeinsatz
Einzelraumfeuerungen	Scheitholz	0,125
Pelletöfen	Holzpellets	0,027
Scheitholzkessel	Scheitholz	0,041
Pelletkessel	Holzpellets	0,039
Holzhackschnitzelkessel	Holzhackschnitzel	0,073

Tabelle 4 zeigt die höchsten durchschnittlichen spezifischen Staubemissionen in Höhe von 0,125 g je MJ eingesetzter Brennstoffmenge bei den Einzelraumfeuerungen, die mit Scheitholz betrieben werden. Am besten schneiden Pelletöfen mit 0,027 g/MJ ab. Unter den Kesselanlagen weisen die Holzhackschnitzelkessel mit 0,073 g/MJ die im Durchschnitt höchsten spezifischen Staubemissionen auf. Scheitholzkessel und Pelletkessel liegen mit 0,041 bzw. 0,039 g/MJ auf einem vergleichbaren Niveau.

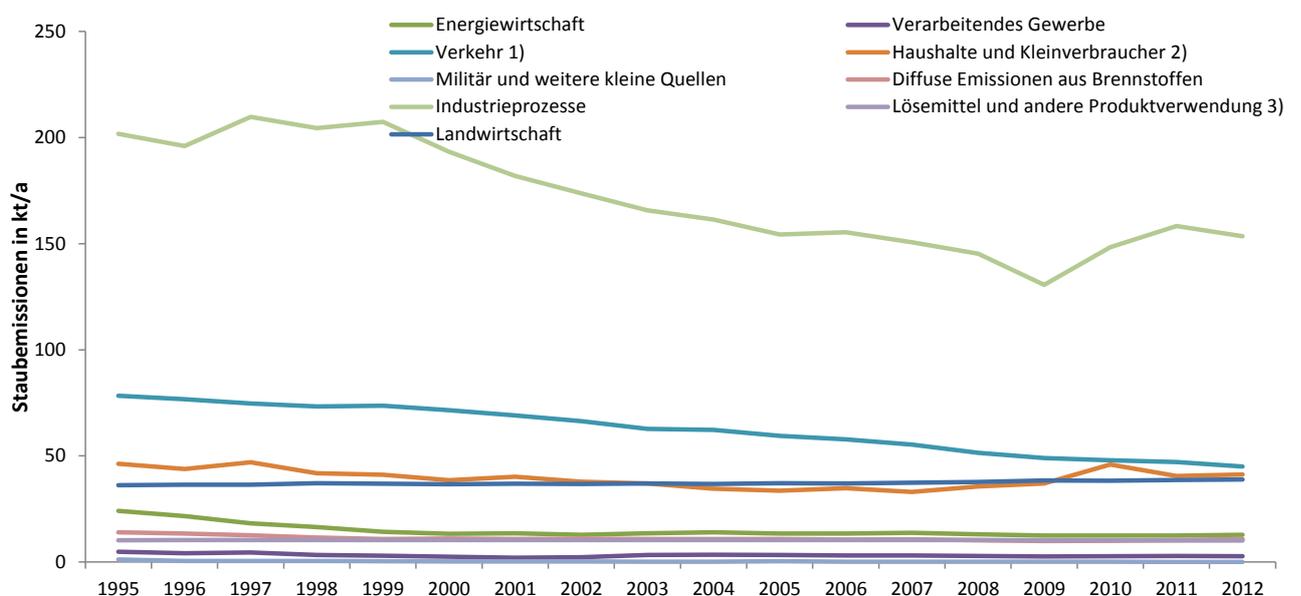


Abbildung 4: Entwicklung der Staubemissionen je nach Emittentengruppe nach UBA [2]; 1) mit land- und forstwirtschaftlichem Verkehr; einschließlich Staubemissionen aus Straßen-, Reifen- und Bremsabrieb; 2) einschließlich Staubemissionen als diffuse Emissionen von Gewerbe und Handel sowie Schüttemissionen; 3) Staubemissionen aus Feuerwerk, Zigaretten, Grillfeuer

Die Entwicklung der Staubemissionen der verschiedenen Emittentengruppen in den Jahren 1995 bis 2012 nach Daten des Umweltbundesamtes zeigt Abbildung 4.

Abbildung 4 zeigt weiterhin, dass von den rund 315 kt an Staubemissionen in 2012 fast die Hälfte auf Industrieprozesse zurückgehen, wobei das langjährige Mittel einen sinkenden Trend aufzeigt. Die zweit wichtigste Emittentengruppe ist der Verkehr, wobei hier neben den motorischen Emissionen auch die Staubaufwirbelungen durch den Verkehr erfasst sind. Auch hier ist über die letzten Jahre im Mittel eine deutliche Abnahme zu beobachten. An dritter Stelle folgen mit nahezu gleichen Emissionsmengen die Haushalte/Kleinverbraucher sowie die Landwirtschaft, wobei der Trend für die Haushalte im Mittel der letzten Jahre nach einem Tiefpunkt zwischen 2004 und 2007 wieder deutlich ansteigend ist. Insgesamt gehen 2012 rund 13 % aller Staubemissionen in Deutschland auf die Haushalte und Kleinverbraucher zurück.

4 Diskussion

Die Erhebungen des Umweltbundesamtes (UBA) zu der Entwicklung der Staubemissionen in Deutschland nach den Emittentengruppen [2] zeigt, dass Deutschland grundsätzlich auf dem Weg der Senkung der Staubemissionen ist. Insbesondere auch im Verkehrsbereich gibt es eine weitgehend kontinuierliche Senkung der Emissionen. Dahingegen steigen die Emissionen der Haushalte und Kleinverbraucher insbesondere durch einen steigenden Einsatz von Holzbrennstoffen seit einigen Jahren im Mittel wieder an. Insofern war eine Novellierung der 1.BImSchV erforderlich.

Die Notwendigkeit zur Minderung der Staubemissionen ist zumeist akzeptiert und nachvollzogen. Im Zusammenhang mit der 1.BImSchV wird jedoch wiederholt hinterfragt, ob die vorgenommenen Änderungen für die Hersteller der Feuerungsanlagen umsetzbar und für die einzelnen Feuerungsarten im Vergleich zueinander verhältnismäßig sind.

Bei Einzelraumfeuerungen zeigt eine Vielzahl von erfolgreichen Prüfungen, dass die vorgegebenen Grenzwertverschärfungen einhaltbar sind. Dabei ist zu berücksichtigen, dass lediglich eine einmalige Messung auf einem Prüfstand für ein Produkt erforderlich ist. Kritisiert wird, dass gerade die Gruppe der Einzelraumfeuerungen erhebliche Unterschiede zwischen den Emissionen in der Typenprüfung und dem realen Betrieb aufweisen können. Variierende Stückholzqualitäten, Betreibereingriffe und fehlende Reinigung der Anlagen verursachen schnell ein Vielfaches der gemäß Typenprüfung belegten Emissionen. Dies zeigt sich auch an den in Tabelle 4 aufgeführten Werten zu den spezifischen Staubemissionen je eingesetzter Brennstoffmenge, die um einen Faktor drei höher liegen als die von Holzpelletkesseln.

Im Unterschied zu den Einzelraumfeuerungen sieht die 1.BImSchV für zentrale Holzfeuerungsanlagen einen Grenzwert auf Basis wiederkehrender Messungen bei Nennlast vor. Für automatische Kessel stellt Nennlast im Bezug auf normierte Staubmassenkonzentrationen tendenziell den schwierigsten Zustand dar, da hohe Strömungsgeschwindigkeiten im Kessel das Mitreißen von Partikeln begünstigt. Ohne gezielte Wartungs- und Reinigungsarbeiten im Vorfeld der Messung kommt die wiederkehrende Messung den tatsächlichen Staubemissionen deutlich näher als die Typenprüfung.

Insofern sind die Grenzwerte für die Kessel mit $0,02 \text{ g/m}^3$ im Norm bei 13% Bezugssauerstoff nicht nur doppelt so streng wie bei Einzelraumfeuerungen (Typenprüfgrenzwert der 2.Stufe bei $0,04 \text{ g/m}^3$) sondern stellen in der Realität eine noch deutlich schärfere Anforderung dar.

Im Bewußtsein, dass alle Holzkessel zusammen rund 40 % des Holzbrennstoffs einsetzen und dabei nur knapp über 20 % der Staubemissionen aus der Holzverbrennung bewirken, erscheint die Frage nach der Verhältnismäßigkeit der Regelungen in der 1.BImSchV zwischen Einzelraumfeuerungen und Kesselanlagen nachvollziehbar. Insbesondere da die Einhaltung der Anforderung für Kessel nicht wie bei den Einzelraumfeuerungen allein durch eine technische Optimierung der Anlagen durch den Kesselhersteller zu erreichen ist, wie der Vergleich von Typenprüfmesswerten und realen Emissionsmesswerten von Kessel zeigen. Vielmehr sind Wartung und Betrieb wichtige Faktoren, die der Kesselhersteller nicht direkt verantworten kann und deren konsequente Beachtung gleichzeitig aber beim Kunden einen zusätzlichen Organisationsaufwand und Kosten bewirken. Dies kann tendenziell dazu führen, dass sich der Trend zum Einsatz von Wärmepumpen und Gasthermen als Grundwärmeversorgung weiter verstärkt, Holzkessel im kleinen Leistungsbereich nur noch in Ausnahmefällen genutzt werden und verstärkt die Zuheizung über Einzelraumfeuerungen mit höheren spezifischen Staubemissionen je Brennstoffeinsatz erfolgt.

In der Summe könnte die Einführung der zweiten Stufe der 1.BImSchV also dazu führen, dass bei vergleichbarer Entwicklung des Brennstoffeinsatzes die Menge der freigesetzten Staubemissionen für die neu installierten Geräte höher liegen, als wenn für die Kesselanlagen vergleichbare Rahmenbedingungen gelten würden wie bei Einzelraumfeuerungen (Typenprüfung als Nachweis).

Unabhängig von der Frage der Verhältnismäßigkeit ist festzuhalten, dass gerade auch bei Einzelraumfeuerungen mehr Augenmerk auf kontinuierlich niedrige Staubemissionen auch im Betrieb zu legen ist. Außerdem sollte für alle Holzfeuerungen auf eine weitgehend durchgängig vollständige Verbrennung mehr Wert gelegt werden. Hier wäre für alle Feuerungsanlagen (Kessel und Einzelraumfeuerungen) eine verpflichtende Funktionsprüfung in Form einer Sichtprüfung denkbar (Flammbild bei Einzelraumfeuerungen und Kessel; Auslesung von Betriebsparametern bei Kessel und nachgeschalteten Abscheidern). Nur bei Auffälligkeiten, die nicht sofort bzw. bis zu einer Nachbesichtigung der Anlage abgestellt werden können, wäre eine Abgasmessung angezeigt.

5 Kurzzusammenfassung

Holzfeuerungen hatten im Durchschnitt der letzten fünf Jahre die Tendenz zu steigenden Staubemissionen, während nahezu alle anderen Emittentengruppen entweder sinkende oder zumindest stabile Emissionsmengen aufweisen [2]. Die Staubemissionen aus Haushalten und Kleinverbrauchern, die zu mehr als 85 % auf Holzfeuerungen zurückzuführen sind, liegen zusammen mit den Emissionen aus der Landwirtschaft auf dem dritten Platz. Bei insgesamt stabilen oder leicht fallenden Staubemissionen in Deutschland bedeutet das einen wachsenden relativen Anteil. Eine Verschärfung der Grenzwerte war daher unausweichlich.

Tabelle 5 zeigt den Vergleich des Brennstoffenergieeinsatzes, der Gesamtemissionen pro Jahr und die daraus ermittelten rechnerischen spezifischen Emissionen der fünf Feuerungsartengruppen.

Tabelle 5: Gegenüberstellung von Brennstoffeinsatz, Staubemissionen und mittleren spezifischen Staubemissionen je Feuerungsartengruppe 2013

Feuerungsartengruppe	Brennstoff	Brennstoffeinsatz in PJ/a	Staubemissionen in kt/a	spezifische Staubemissionen in g/MJ Brennstoffeinsatz
Einzelraumfeuerungen	Scheitholz	238	30	0,125
Pelletöfen	Holzpellets	1,4	0,04	0,027
Scheitholzkessel	Scheitholz	72	2,9	0,041
Pelletkessel	Holzpellets	33	1,3	0,039
Holzhackschnitzelkessel	Holzhackschnitzel	53	3,9	0,073

Es wird deutlich, dass die Einzelraumfeuerungen die spezifisch höchsten Staubemissionen aufweisen und zum Beispiel im Vergleich zu Holzpelletkessel um einen Faktor 3 höhere Staubfreisetzungen je Brennstoffeinsatz aufweisen. Die verschärften Grenzwerte werden hier voraussichtlich nur einen überschaubaren Minderungseffekt haben, da die Anlagen in der Praxis unverändert betrieben werden können. Insbesondere die kritischen Eingriffe der Betreiber und das An- und Abfahren wurden nicht grundlegend verbessert.

Die automatischen Holzfeuerungen (Kessel) haben schon heute deutlich niedrigere spezifische Emissionen als die Einzelraumfeuerungen für Scheitholz. Aufgrund der Nachweisforderung der Grenzwerte in wiederkehrenden Messungen wird bei den mit der 2.Stufe der 1.BImSchV kommenden Werten der Betriebsaufwand (finanziell und organisatorisch) der Anlagen deutlich steigen. Dies kann und wird in vielen Fällen zu einer Entscheidung der potenziellen Betreiber gegen die Holzkesselanlage führen. Alternativ könnte es dann zum Einsatz der häufig mit höheren realen Staubemissionen verbundenen Einzelraumfeuerungen kommen.

Literatur- und Referenzverzeichnis

- [1] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1.BImSchV). Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38), 26.01.2010
- [2] Umweltbundesamt: Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe.
http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/3_tab_emi-ausgew-luftschadst_2014-07-03.pdf (Zugriffsdatum: 23.09.2014)
- [3] Pope C.A., Thun, M.J., Namboodiri M.M., Dockery D.W., Evans, J.S., Speizer F.E. and Health, C.W.: Particulate Air Pollution as a Predictor of Mortality in a Prospective Study of U.S.Adults. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. Vol. 151: Issue. 3_pt_1: Pages 669-674, March 1995
- [4] Weltgesundheitsorganisation Europa: Wie der Feinstaub in der Luft die Gesundheit schädigt. Faktenblatt EURO/04/05. Berlin, Kopenhagen, Rom, 14. April 2005
- [5] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 21.Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa; L152/1, Amtsblatt der Europäischen Union, 2008
- [6] Lenz, V.; Thrän, D.; Hartmann, H.; Turowski, P.; Ellner-Schuberth, F.; Gerth, J.: Feinstaubemissionen aus häuslichen Holzfeuerungen – Einflüsse und Minderungsmöglichkeiten; DBFZ Report 1, Leipzig, 2010
- [7] AGEE-Stat (2014): Erneuerbare Energie im Jahr 2013,<http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Broschuere/agee-stat-erneuerbare-energien-im-jahr-2013.pdf>, Zugriff 31.07.2014
- [8] Mantau, U.: Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung von 1987 bis 2015, Hamburg, 2012, 65 S.
- [9] Deutscher Energie-Pellet-Verband (DEPV) e.V.: Marktdaten zur Entwicklung der Pelletproduktion und Pelletheizungen in Deutschland. [www.depv.de/de/home/marktdaten/...](http://www.depv.de/de/home/marktdaten/) (Zugriffsdatum: 05.03.2014)
- [10] Klippel, N.; Nussbaumer, T.: Wirkung von Verbrennungspartikeln – Vergleich der Gesundheitsrelevanz von Holzfeuerungen und Dieselmotoren. Verenum. Zürich; März 2007
- [11] Hartmann, I; Lenz, V. (2012): Wärme aus Holz - Feinstaubemissionen. Abschlussbericht 2012, FKZ: O3MAP144, BMU.