

Texte

44
08

ISSN
1862-4804

Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung

Umwelt
Bundes
Amt 

Für Mensch und Umwelt

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 205 42 322
UBA-FB 001217



Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung

von

Dr.-Ing. Michael Struschka

Dipl.-Ing. Daniel Kilgus

Dipl.-Ing. Maik Springmann

Prof. Dr.-Ing. Günter Baumbach

Universität Stuttgart

Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD)

unter Mitwirkung der Landesinnungsverbände des
Schornsteinfegerhandwerks von Baden-Württemberg, Bayern,
Sachsen und Nordrhein-Westfalen sowie der Kaminkehrer-Innung
Niederbayern

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.umweltbundesamt.de> verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet III 2.3
Anja Behnke

Dessau-Roßlau, November 2008

1. Berichtsnummer UBA-FB 205 42 322	2.	3.
4. Titel des Berichts Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung		
5. Autoren M. Struschka, D. Kilgus, M. Springmann, G. Baumbach	8. Abschlussdatum August 2007	
	9. Veröffentlichungsdatum	
6. Durchführende Institution Universität Stuttgart Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD) Pfaffenwaldring 23 70550 Stuttgart	10. UFOPLAN - Nr. 205 42 322	
	11. Seitenzahl	
7. Fördernde Institution Umweltbundesamt Fachgebiet III 2.3 Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau	12. Literaturangaben	
	13. Tabellen und Diagramme	
	14. Abbildungen	
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens sollen die bisherigen Emissionsberechnungen in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen an die aktuellen Vorgaben der Emissionsberichterstattung angepasst und die Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen entsprechend überarbeitet werden, um aktuelle Emissionsdaten für die Luftreinhaltung bereitzustellen. Betrachtet werden die Abgasbestandteile Gesamtstaub sowie PM ₁₀ , PM _{2,5} , PM ₁ , SO ₂ , NO _x , CO, VOC, CH ₄ , NMVOC, HCl, N ₂ O, Benzol, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), polychlorierte Dioxine und Furane (PCDD/PCDF) sowie Schwermetalle (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn). Im Einzelnen wurden folgende Aktualisierungen vorgenommen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anlagenbestand und Anlagenstruktur ▪ Endenergieverbrauch ▪ Emissionsverhalten der betrachteten Feuerungsanlagen und ▪ Emissionsdaten. Wie schon in den Vorgängervorhaben werden die Emissionsfaktoren mit einem hohen Differenzierungsgrad für Deutschland nach Gerätebauart, Leistungsbereich, Altersstruktur und Betriebsweise für die Brennstoffe Heizöl EL, Brenngase, Steinkohlen, Steinkohlenkoks, Steinkohlenbriketts, Braunkohlenbriketts, naturbelassenes Holz und Restholz ermittelt. Das Bezugsjahr ist 2005.		
17. Schlagwörter Heizöl, Erdgas, feste Brennstoffe, Steinkohlen, Braunkohlen, Holz, Emissionen, Emissionsaufkommen, Emissionsfaktoren, Energieverbrauch, Gesamtstaub, PM ₁₀ , PM _{2,5} , PM ₁ , SO ₂ , NO _x , CO, VOC, CH ₄ , NMVOC, HCl, N ₂ O, Benzol, PAH, PCDD/PCDF, Schwermetalle		
18. Preis		

1. Report No. UBA-FB 205 42 322	2.	3.
4. Report Title Efficient provision of updated emission data for air quality control		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) M. Struschka, D. Kilgus, M. Springmann, G. Baumbach		8. Report Date August 2007
		9. Publication Date
6. Performing Organisation (Name, Address) University of Stuttgart Institute of Process Engineering and Power Plant Technology (IVD) Pfaffenwaldring 23 70569 Stuttgart		10. UFOPLAN - Nr. 205 42 322
		11. No. of Pages
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Federal Environmental Agency Division III 2.3 Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau		12. No. of References
		13. No. of Tables, Diagrams
		14. No. of Figures
15. Supplementary Notes		
16. Abstract <p>Within the scope of this research project, the calculations of emissions from combustion units in households and the small consumer sector (including armed forces) were adjusted to the actual requirements of the emissions reporting. The emission factors for the combustion units were accordingly revised in order to provide actual emission data for air quality control. The following flue gas components were considered: total dust, particulate matter (PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁), SO₂, NO_x, CO, VOC, CH₄, NMVOC, HCl, N₂O, benzene, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), polychlorinated dioxins and furanes (PCDD/PCDF) as well as heavy metals (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn).</p> <p>In detail, the following updates were carried out:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ number and structure of the installed combustion units, ▪ final energy consumption, ▪ emission behavior of the considered combustion units, ▪ emission data. <p>Like in the previous research projects, the emission factors were determined with a high differentiation regarding the design of the applications, the range of the nominal output, the operation mode and the year of manufacture. The investigations took a closer look on the energy sources light fuel oil, gaseous fuels, hard coal, coke from hard coal, hard coal briquettes, brown coal briquettes, untreated wood and wood residues. The reference year is 2005.</p>		
17. Keywords light fuel oil, natural gas, gaseous fuels, solid fuels, hard coal, brown coal, lignite, wood, emissions, amount of emissions, emission factors, energy consumption, total dust, particulate matter, PM ₁₀ , PM _{2,5} , PM ₁ , SO ₂ , NO _x , CO, VOC, CH ₄ , NMVOC, HCl, N ₂ O, benzene, PAH, PCDD/PCDF, heavy metals		
18. Price		

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1 Einleitung	1
2 Vorgehensweise	3
3 Bestand und Struktur der Feuerungsanlagen	8
3.1 Struktur der in Haushalten installierten Feuerungen	11
3.2 Struktur der bei Kleinverbrauchern installierten Feuerungen	15
4 Endenergieverbrauch der Haushalte und Kleinverbraucher	20
4.1 Brennstoffbezogener Endenergieverbrauch	20
4.2 Gerätebezogener Energieverbrauch der Feuerungsanlagen	22
5 Ermittlung der Emissionsfaktoren	32
5.1 Differenzierung der Emissionsfaktoren.....	33
5.2 Berechnung der Emissionsfaktoren.....	35
5.3 Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (einschließlich Militär)	41
5.4 Emissionsfaktoren für die Partikelfraktionen PM _x	44
6 Berechnung des Emissionsaufkommens	46
7 Prognose der Emissionsentwicklung	50
7.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis zum Jahr 2020	50
7.2 Emissionsszenario 1	51
7.3 Emissionsszenario 2.....	52
8 Zusammenfassung	54
9 Literatur	57
Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren	59
Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen	79
Anhang C - Bewertung der Emissionsfaktoren	99

1 Einleitung

Aufgrund zahlreicher europäischer und internationaler Verpflichtungen sind Berichte und Prognosen zu anlagenbezogenen Emissionen zu erstellen, die der Überprüfung der Umsetzung und Erfolgskontrolle internationaler und nationaler Maßnahmen dienen. Zu diesen Verpflichtungen zählen die Klimarahmenkonvention (einschließlich Kyoto-Protokoll), der CAFÉ (Clean Air for Europe)-Prozess und die Verpflichtungen entsprechend der UN-ECE-Protokolle. Im Rahmen dieser Verpflichtungen bestehen umfangreiche Richtlinien mit Anforderungen an die Daten, ihre Qualitätssicherung und die Form der Berichterstattung.

Die Berichte über die Quellgruppen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD, ehemals Kleinverbraucher) dienen neben der internationalen Emissionsberichterstattung auch der Identifizierung zukünftiger prioritärer Handlungsfelder sowie als Grundlage für die Überarbeitung nationaler Rechtsvorschriften.

In diesem Bereich sind Daten zwar vorhanden, mittlerweile jedoch veraltet. Für das Jahr 1995 wurde im Vorhaben „Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich Haushalte und Kleinverbraucher“ (FKZ 295 46 264) eine umfangreiche Datenbasis für technische Emissionsfaktoren für die Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (einschließlich Militär) erarbeitet, technikbezogene Energieeinsätze ermittelt und sektorale Emissionsfaktoren abgeleitet. Mit dem Vorhaben „Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleifeuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Emissionsminderung“ (FKZ 299 44 140) wurde die Datenbasis mit Bezug auf das Jahr 2000 um Emissionsfaktoren für die Partikelfraktionen PM_{10} , $PM_{2,5}$ und PM_1 ergänzt und für Gesamtstaub aktualisiert.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens soll auf Grundlage der beiden Vorgängervorhaben die Datenbasis an die aktuellen Vorgaben der Emissionsberichterstattung angepasst und die Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen entsprechend überarbeitet werden, um aktuelle Emissionsdaten für die Luftreinhaltung bereitzustellen. Als eine weitere Datengrundlage wird das Forschungsvorhaben „Ermittlung und Minderung der Emissionen krebserzeugender und weiterer besonders gesundheitsgefährdender Stoffe bei Kleifeuerungsanlagen für feste Brennstoffe“ (FKZ 203 44 358) herangezogen. Betrachtet werden die Abgasbestandteile Gesamtstaub sowie PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1 , SO_2 , NO_x , CO, VOC; CH_4 , NMVOC, HCl, N_2O , Benzol, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), polychlorierte Dioxine und Furane (PCDD/PCDF) sowie Schwermetalle (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn).

Im Einzelnen werden folgende Aktualisierungen vorgenommen:

- Anlagenbestand und Anlagenstruktur
- Endenergieverbrauch
- Emissionsverhalten der betrachteten Feuerungsanlagen und
- Emissionsdaten.

Wie schon in den Vorgängervorhaben werden die Emissionsfaktoren, soweit möglich, mit einem hohen Differenzierungsgrad für Deutschland nach Gerätebauart, Leistungsbereich, Altersstruktur und Betriebsweise für die Brennstoffe Heizöl EL, Brenngase, Steinkohlen, Steinkohlenkoks, Steinkohlenbriketts, Braunkohlenbriketts, naturbelassenes Holz und Restholz ermittelt. Alle Angaben innerhalb dieser Arbeit beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf das Bezugsjahr 2005.

2 Vorgehensweise

Bei der Ermittlung der Emissionsfaktoren und des Emissionsaufkommens für die betrachteten Abgasbestandteile aus Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (einschließlich Militär) wird im Grundsatz entsprechend den folgenden abgeschlossenen Vorhaben vorgegangen:

- „Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich Haushalte und Kleinverbraucher“ (kurz Emissionsfaktoren-Vorhaben, zitiert als Pfeiffer et al., 2000)
- „Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Emissionsminderung“ (kurz Feinstaub-Vorhaben, zitiert als Struschka et al., 2003)
- „Ermittlung und Minderung der Emissionen krebserzeugender und weiterer besonders gesundheitsgefährdender Stoffe bei Kleinf Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe“ (kurz LfU-Vorhaben, zitiert als Greiselis-Bailer und Kemper, 2006).

Die bestehenden Emissionsdaten wurden durch Literaturwerte ergänzt. Betrachtet wurden hierbei die Emissionen von Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV, die den betrachteten Quellgruppen zugeordnet werden können.

Der Anwendungsbereich der 1. BImSchV (Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen) erstreckt sich auf die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Feuerungsanlagen, die keiner Genehmigung nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bedürfen. Für alle in den Anwendungsbereich fallende Feuerungsanlagen sind u.a. in Abhängigkeit vom eingesetzten Brennstoff, der Bauart und der Nennwärmeleistung Anforderungen an den Betrieb dieser Feuerungsanlagen festgelegt. Die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte bzw. Abgasverluste der Feuerungsanlagen wird, außer bei Öl- und Gasfeuerungen mit Feuerungswärmeleistungen über 10 MW, vom zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister überwacht. Zur Abgrenzung des Geltungsbereiches wurde für das Vorhaben die aus dem Jahr 2003 stammende Fassung der 1. BImSchV (2003) herangezogen.

Die für den GHD-Sektor bisher gesonderte Betrachtung von Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der 4. BImSchV konnte aufgrund der geänderten Datengrundlage nicht mehr fortgeführt werden. Für das Bezugsjahr 1995 (Pfeiffer et al., 2000) wurden für genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen der Kleinverbraucher mit gas- bzw. flüssigen Brennstoffen noch Anteile von rund 11 % (für Brenngase) bzw. rund 13 % (für Heizöle) am gesamten Endenergieverbrauch der Kleinverbraucher ausgewiesen. Grundlage für die damalige Abschätzung bildete die Auswertung von Emissionserklärungen für die genehmigungsbedürftigen Anlagen. Hierbei lag der Großteil der Anlagen in einem Leistungsbereich < 20 MW. Durch die Anhebung der Leistungsgrenzen in der 4. BImSchV im Jahr 1997 auf 20 MW für Heizöl EL und Brenngase der öffentlichen Gasversorgung fällt der überwiegende Teil dieser

Feuerungsanlagen nun in den Geltungsbereich der 1. BImSchV und kann somit einzelnen Sektoren bzw. Verbraucherbereichen nicht mehr zugeordnet werden. Somit entfällt die Datenbasis für eine separate Ausweisung genehmigungsbedürftiger Öl- und Gasfeuerungsanlagen im Bereich GHD.

Weiterhin zeigte eine Auswertung von Emissionserklärungen aus dem Jahr 2000 für Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Brandenburg und Thüringen, dass insgesamt nur vereinzelt Feuerungsanlagen für Heizöl S bzw. feste Brennstoffe dem Sektor GHD zugeordnet werden konnten. Hierbei war die Datenbasis für eine Hochrechnung auf den Gesamtbestand in Deutschland nicht ausreichend. Somit können auch für diese Brennstoffe genehmigungsbedürftige Anlagen im Sektor GHD nicht mehr separat ausgewiesen werden. Der Anteil der genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen für Steinkohlen-, Braunkohlen- und Holzbrennstoffen am gesamten Endenergieverbrauch der Kleinverbraucher lag 1995 bei rund 8, 7 bzw. 2 %.

Unter Haushalte werden alle privaten Haushalte zusammengefasst. Der Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen umfasst die unterschiedlichsten Verbrauchergruppen und kann in Landwirtschaft und Gartenbau, Handel (Einzel- und Großhandel), Gastgewerbe, Handwerk (z.B. Metall-, Holz- und Baugewerbe), Wäscher und Reiniger, Banken, Versicherungen, Dienstleistungen von Unternehmen und freien Berufen, Öffentliche Einrichtungen und private Organisationen ohne Erwerbscharakter und industrielle Kleinbetriebe untergliedert werden. In Energiebilanzen wird dieser Bereich in der Regel durch einen negativen Ausschluss abgegrenzt, d.h. derjenige Endenergieverbrauch, der nicht eindeutig den Bereichen Haushalte, Verkehr, Energieumwandlung oder Industrie zugeordnet werden kann, wird dem Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen zugewiesen. Für militärische Dienststellen wurden die Endenergieverbräuche durch eigene Auswertungen ermittelt. Daten zur installierten Anzahl und Struktur der Feuerungsanlagen in den einzelnen militärischen Standorten sind nach wie vor nicht verfügbar.

Die Emissionsfaktoren und das Emissionsaufkommen liegen, wie bei den Vorgängervorhaben, mit einem hohen Differenzierungsgrad für Deutschland vor. Aufgrund der Datenlage wird jedoch auf die bisherige Unterteilung in alte und neue Bundesländer verzichtet. Es wird angenommen, dass sich die Beheizungs- und Anlagenstrukturen der neuen Bundesländer weitestgehend denen der alten Bundesländer angeglichen haben, so dass der Datenbestand für Deutschland zusammengefasst werden kann. Regionale Unterschiede in der Anlagenstruktur und im Brennstoffverbrauch werden gesondert berücksichtigt und ausgewiesen, sofern dies zu einer höheren Aussagekraft der Ergebnisse führt. Die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Berechnung der Emissionsfaktoren und des Emissionsaufkommens wurde von den Vorgängervorhaben übernommen.

Ermittlung des Anlagenbestandes

Die Ermittlung des Bestandes von Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV (in der Fassung aus dem Jahr 2003) erfolgt für Heizkessel mit Ölgebläsebrennern sowie für Gasfeuerungen auf Basis der Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks, eigenen Abschätzungen für Ölöfen mit Verdampfungsbrennern, Angaben des Instituts für wirtschaftliche Ölheizung zu Ölbrennwertgeräten, Angaben der Rheinbraun Brennstoff GmbH zu Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe und eigenen Hochrechnungen für Pelletfeuerungen, Holzhackschnitzelanlagen sowie gewerbliche Holzfeuerungen.

Die Anzahl der installierten Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen wird für folgende Brennstoffe ermittelt:

- Heizöl EL, unterschieden nach Ölöfen mit Verdampfungsbrennern, Heizkessel mit Ölgebläsebrennern und Ölbrennwertgeräte
- Brenngase (Erdgas H und L sowie Flüssiggas) unterschieden nach Raumheizer, Heizkessel mit Gasbrennern (ohne/mit Gebläse), Brennwertgeräte, Durchlaufwasserheizer, Kombiwasserheizer und Vorratswasserheizer
- Feste Brennstoffe (Kohlen- und Holzbrennstoffe) unterschieden nach Dauerbrandöfen, Kachelöfen, Kamine, Kaminöfen, Pelletöfen, Heizkessel (hand- und mechanisch beschickt für Stückholz, Hackschnitzel und Holzpellets), Badeöfen und Herde sowie gewerbliche Holzfeuerungen (hand- und mechanisch beschickt).

Feuerungsanlagen, die für den Betrieb mit Flüssiggas geeignet sind, konnten keiner genaueren Betrachtung unterzogen werden, da zur Anlagenstruktur und zum Emissionsverhalten nach wie vor keine Daten zur Verfügung stehen. Ende 2004 waren rund 400.000 Anlagen in Betrieb, von denen über 90 % im Bereich der Haushalte mit einer Leistung von 15 - 30 kW installiert waren (DVFG, 2007). Der prozentuale Anteil von Flüssiggas am gesamten Endenergieverbrauch an Brenngasen hat sich seit 1995 nicht wesentlich verändert (rund 3 %, siehe Kapitel 4). In Pfeiffer et al. (2000) wurde bei einem vergleichbaren Anteil unter der Annahme eines doppelt so hohen NO_x-Emissionsfaktors für den Einsatz von Flüssiggas, im Vergleich zu Erdgas, eine geringe Unsicherheit in der Abschätzung des Emissionsaufkommens in der Größenordnung von 3 - 5 % ermittelt, die in Wirklichkeit jedoch geringer ausfallen dürfte.

Zur Aktualisierung der Alters- und Leistungsstruktur des ermittelten Anlagenbestandes wurde in Zusammenarbeit mit den Landesinnungsverbänden des Schornsteinfegerhandwerks in Baden-Württemberg, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Sachsen eine umfassende Datenerhebung an installierten Feuerstätten in ausgewählten Kehrbezirken durchgeführt. Auf die Ergebnisse dieser Erhebung wird im Folgenden mit dem Verweis „Kehrbezirksdaten 2006/2007“ Bezug genommen.

Ermittlung der Energieverbräuche

Zur Ermittlung des Emissionsaufkommens sind Angaben zu den gerätespezifischen Endenergieverbräuchen notwendig. Anhand der Endenergiebilanz des Jahres 2005 für Deutschland (AGEB, 2006) erfolgt die Ermittlung des Endenergieverbrauchs zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen strukturiert nach Gerätebauarten und Leistungsbereichen.

Eine Aufteilung des Endenergieverbrauchs für die betrachteten Brennstoffe auf die verschiedenen Gerätebauarten erfolgt durch Gegenrechnung aus dem Bestand an Feuerungsanlagen, der Anzahl der Vollbenutzungsstunden und der mittleren Feuerungswärmeleistungen der installierten Feuerungen. Am Ende der Berechnungen steht ein gerätebezogener Endenergieverbrauch mit einem hohen Detaillierungsgrad.

An der bisherigen Aufteilung in emissionsrelevante und nicht emissionsrelevante Anteile am Endenergieverbrauch wird nicht weiter festgehalten. Die nicht emissionsrelevanten Anteile beinhalten Energieverbräuche zur Prozesswärmeerzeugung. Aufgrund der geringen Bedeutung dieses Energieanteils, vor allem bei den Haushalten, und der unsicheren Datenlage (die Grundlagen zur Berechnung der Prozesswärmeanteile stammen zum Teil aus dem Jahr 1986) soll das Berechnungsverfahren an dieser Stelle vereinfacht werden. Der gesamte Endenergieverbrauch in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen wird nunmehr als emissionsrelevant angesehen. Es wird somit angenommen, dass der gesamte Endenergieverbrauch zur Prozesswärmeerzeugung mit derselben Gerätetechnik erzeugt wird, die auch zur Raumwärme- und Warmwassererzeugung eingesetzt wird. Eine vielleicht wünschenswerte gesonderte Betrachtung der Prozesswärmeerzeugung in Holz- und Gasherden kann nicht vorgenommen werden, da keine aktuellen Angaben zum Energieeinsatz (vor allem bei Holzherden) oder zum Emissionsverhalten (bei Gasherden) verfügbar sind. Bei Holzherden dürften sich hier allerdings keine nennenswerten Unsicherheiten bei der Ermittlung der Emissionsfaktoren bzw. des Emissionsaufkommens ergeben, da der Heizbetrieb (hierfür liegen Daten vor) sich nur unwesentlich vom Kochbetrieb der Feuerung unterscheiden dürfte.

Emissionsverhalten der Feuerungsanlagen

Die Ermittlung des Emissionsverhaltens der Feuerstätten erfolgte durch eine umfangreiche Literaturlauswertung. Bei der Erhebung der Emissionsdaten wird zwischen den Bauarten der Feuerungen, dem Leistungsbereich, dem Baujahr und der Betriebsweise unterschieden.

Ermittlung des Emissionsaufkommens

Anhand der ermittelten Emissionsfaktoren erfolgt die Berechnung des Emissionsaufkommens für Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV für die Bereiche Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen mit Stand des Jahres 2005 unter den zuvor festgelegten Randbedingungen. Das Emissionsaufkommen wird für Deutschland angegeben. In einer abschließenden Emissionsprognose wird die Entwicklung des Emissionsaufkommens bis zum Jahr 2020 abgeschätzt.

3 Bestand und Struktur der Feuerungsanlagen

In diesem Kapitel wird für die Bereiche Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen der Anlagenbestand und die Anlagenstruktur in Deutschland für das Jahr 2005 beschrieben. Die Tiefe der Klassifizierung und die Ermittlung der Anlagenstruktur der installierten Feuerungsanlagen orientiert sich an der Struktur und den Ergebnissen des Emissionsfaktoren-Vorhabens (Pfeiffer et al., 2000) und des Feinstaub-Vorhabens (Struschka et al. 2003). Aktualisierungen wurden, soweit Daten verfügbar waren, durchgeführt.

Basis für die Ermittlung der Anlagenstruktur von Heizkesseln mit Ölgebläsebrennern und Gasbrennern (mit/ohne Gebläse) sind die Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks aus dem Jahr 2005 (ZIV, 2006), aus denen die Anzahl der installierten Feuerungsanlagen für die verschiedenen Leistungsbereiche und Altersstufen entnommen werden konnten. Für Gasfeuerungen im Leistungsbereich 4 - 11 kW wurden die aktuellen Erhebungszahlen aus 2005 herangezogen. Hierin sind allerdings nur Bestandszahlen für die Baualterstufen ab 1990 vorhanden. Mit den Angaben des ZIV für die Baualterstufe 1990 - 2004 wurden eigene Schätzungen für die Baualterstufen vor 1990 vorgenommen. Aufgrund der geringen Anzahl von ausgewiesenen Feuerungsanlagen für Heizöl EL im Leistungsbereich 4 - 11 kW in 2005 wurden hier keine eigenen Abschätzungen durchgeführt, sondern die Bestandszahlen des ZIV unverändert übernommen.

Die Anzahl der installierten Ölöfen mit Verdampfungsbrennern, die von den Statistiken des ZIV nur teilweise (Nennwärmeleistung > 11 kW) erfasst werden, wurde abgeschätzt. Hierzu wurde angenommen, dass die in Struschka et al. (2003) genannte Anzahl an Ölöfen entsprechend der Anzahl an installierten Dauerbrandöfen im Zeitraum von 2000 bis 2005, wie schon in den Vorjahren, weiter abnimmt.

Die Anzahl der installierten Ölbrennwertgeräte basiert auf den Angaben des Instituts für wirtschaftliche Ölheizung e.V. (IWO, 2007).

Die Ermittlung der übrigen installierten Gasfeuerstätten (Kombi-, Durchlauf- und Vorratswasserheizer sowie Raumheizer und Brennwertgeräte) basiert ebenfalls auf den Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks aus dem Jahr 2005 (ZIV, 2006).

Die Anzahl der in Deutschland installierten Feuerstätten für feste Brennstoffe (Dauerbrandöfen, Kachelöfen, Kamine, Kaminöfen, handbeschickte Heizkessel, Badeöfen und Herde) wurde anhand von Daten der Rheinbraun Brennstoff GmbH (Rheinbraun, 2006) festgelegt.

Die Bestandszahlen und die Anlagenstruktur von Pelletfeuerungen (Pelletöfen und Pelletkessel) basiert auf den Angaben des Industrieverbands Haus-, Heiz und Küchentechnik e.V. (HKI, 2007) und des Deutschen Energie-Pellet-Verbands e.V. (DEPV, 2007).

Die Anzahl der Hackschnitzelfeuerungen > 50 kW wurde anhand der Anzahl der geförderten

Anlagen in den Bundesländern Hessen, Rheinland-Pfalz, Bayern und Baden-Württemberg für Deutschland hochgerechnet. Für die Leistungsbereiche bis 25 kW und > 25 - 50 kW wurden die Angaben anhand der Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks zu mechanisch beschickten Anlagen (ZIV, 2006) ergänzt. Hackschnitzelfeuerungen kommen hauptsächlich im Bereich der kommunalen (Nah-) Wärmeversorgung sowie im Bereich Landwirtschaft und Gartenbau zum Einsatz und werden daher im Folgenden komplett dem GHD-Sektor zugeordnet. Eine Unterscheidung, ob die Feuerungsanlagen zur Beheizung von Einzelobjekten eingesetzt werden oder an kleine bis mittlere Nahwärmenetze angeschlossen sind, konnte aufgrund der Datenbasis nicht vorgenommen werden.

Eigene Abschätzungen wurden für die im gewerblichen Bereich (Holz- und Baugewerbe, sowie Glaser) installierten Holzfeuerungsanlagen durchgeführt, die auf den Berechnungen der Jahre 1995 (Pfeiffer et al., 2000) und 2000 (Struschka et al., 2003) aufbauen. Dabei wurde angenommen, dass aufgrund der abnehmenden Betriebszahlen im Holzgewerbe die thermische Nutzung von Resthölzern im selben Verhältnis abnimmt und dementsprechend auch die Anzahl der in diesem Bereich installierten Holzfeuerungen rückläufig ist.

Die Aufteilung der installierten Ölfeuerungen auf die Bereiche Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen erfolgte auf Basis des Feinstaub-Vorhabens (Struschka et al., 2003). Bei den Anlagen für Brenngase erfolgte die Zuordnung entsprechend den prozentualen Aufteilungen aus dem Emissionsfaktoren-Vorhaben (Pfeiffer et al., 2000). Die Aufteilung des Anlagenbestandes für feste Brennstoffe erfolgte im selben Verhältnis wie im LfU-Vorhaben (Greiselis-Bailer und Kemper, 2006).

In **Tabelle 3.1** ist der Bestand an installierten Feuerstätten in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen im Geltungsbereich der 1. BImSchV für das Jahr 2005 zusammengefasst dargestellt.

Zur Berechnung der Emissionsfaktoren sind die in den Bereichen Haushalte und GHD installierten Feuerungsanlagen für die unterschiedlichen Gerätebauarten nach Leistungsbereichen und Altersstufen zu untergliedern. Außerdem werden die mittleren installierten Nennwärmeleistungen der Bauarten benötigt, die in die Berechnung des Endenergieverbrauchs und der gerätespezifischen Verbräuche eingehen (siehe auch Kapitel 4).

Die Alters- und Leistungsstruktur orientiert sich am Klassifizierungsraster der Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks. Die Errichtungszeiträume der Feuerungsanlagen wurden in drei Altersstufen ("bis 1988/89", "1990 bis 2004" und "ab 2005") zusammengefasst. Die ermittelten Anteile der installierten Anlagen in den jeweiligen Alterstufen wurden für die Berechnungen der Emissionsfaktoren übernommen. Die Altersstufe "bis 1988/89" umfasst zwei Jahre (dies gilt auch für die Altersstufe "1990 bis 2004", die eigentlich mit "1989/90 bis 2004" bezeichnet werden müsste), da nach der Wiedervereinigung das Inkrafttreten einer novellierten Fassung der 1. BImSchV unterschiedlich festgelegt wurde.

Bestand und Struktur der Feuerungsanlagen

Tabelle 3.1: Bestand an installierten Feuerstätten im Geltungsbereich der 1. BImSchV in den Bereichen Haushalte (HH) und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland im Jahr 2005

Bestand an installierten Feuerstätten nach 1. BImSchV in Deutschland (2005)		HH und GHD [1.000 Stück]	HH [1.000 Stück]	GHD [1.000 Stück]
Heizöl/EL	Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	1.189,3	1.162,4	26,9
	Heizkessel mit Ölgebläsebrenner	6.357,0	5.668,9	688,1
	Ölbrennwertgeräte	75,7	68,2	7,6
	Summe	7.622,1	6.899,5	722,6
Brenngase (Erdgas H und L sowie Flüssiggas)	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	784,9	463,3	321,7
	Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	6.910,3	6.618,7	291,6
	Kombiwasserheizer	2.958,3	2.865,3	93,0
	Durchlaufwasserheizer	1.174,0	1.092,3	81,7
	Vorratswasserheizer	640,1	602,2	37,9
	Raumheizer ¹	969,2	960,3	8,9
	Brennwertgeräte	1.070,3	1.043,9	26,4
	Summe	14.507,2	13.646,0	861,2
Festbrennstoffe (Kohlen- und Holzbrennstoffe)	Heizkessel - handbeschickt inkl. gewerbliche Holzessel	542,5	516,3	26,2
	Heizkessel für Pellets	39,0	38,4	0,6
	Heizkessel mechanisch beschickt inkl. gewerbliche Holzessel	15,1	-	15,1
	Dauerbrandöfen	1.740,0	1.719,4	20,6
	Kachelöfen (mit Heizeinsatz oder als Grundöfen)	3.890,0	3.766,0	124,0
	Kaminöfen	3.500,0	3.452,4	47,6
	Pelletöfen	40,0	39,5	0,5
	Kamine (mit offenem oder geschlossenem Feuerraum)	3.140,0	3.111,4	28,6
	Badeöfen	120,0	112,1	7,9
	Herde (und Heizungsherde)	1.350,0	1.218,0	132,0
	Summe	14.376,6	13.973,5	403,1
Gesamtbestand der Feuerstätten		36.505,9	34.519,0	1.986,8

¹ Raumheizer beinhalten auch die Gas-Heizeinsätze und Gas-Kamine, die einen Anteil von wenigen Prozent ausmachen und damit nur eine geringe Bedeutung haben

3.1 Struktur der in Haushalten installierten Feuerungen

Die **Tabellen 3.2 bis 3.4** geben für die in Haushalten installierten Feuerungen die Aufteilung des Anlagenbestandes in Leistungsbereiche und Altersstufen sowie die mittleren installierten Leistungen in Deutschland wieder.

Tabelle 3.2: Bestand an installierten Ölfeuerungen und mittleren Leistungen in Haushalten in Deutschland im Jahr 2005 unterteilt in Leistungsbereiche und Alterstufen

Ölfeuerungen in Haushalten in Deutschland (2005) Gesamtbestand in 1.000 Stück: 6.899,5	Leistungs- bereich in kW (mittlere Leistung ¹)	Altersstufe	Anzahl insgesamt [1.000 Stück]	davon in Alterstufe	
				Anteil [%]	Anzahl [1.000 Stück]
Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	≥ 4 (10 kW)	bis 1988/89	1.162,4	25	285,0
		1990 - 2004		70	819,3
		ab 2005		5	58,1
Heizkessel mit Ölgebläsebrennern	4 - 25 (20 kW)	bis 1988/89	2.765,3	16	441,6
		1990 - 2004		82	2.254,9
		ab 2005		2	68,8
	> 25 - 50 (32 kW)	bis 1988/89	2.591,6	45	1.155,1
		1990 - 2004		54	1.404,3
		ab 2005		1	32,2
gesamt: 5.668,9	> 50 (118 kW)	bis 1988/89	312,0	47	145,4
		1990 - 2004		52	161,6
		ab 2005		2	5,0
Ölbrennwertgeräte	≥ 4 (20 kW)	1990 - 2004	68,2	72	49,0
		ab 2005		28	19,1

¹ die mittlere Leistung wurde aus den Nennwärmeleistungen der installierten Anlagen berechnet und wird deshalb auch als mittlere Nennwärmeleistung bezeichnet

Die Aufteilung des Bestandes an Heizkesseln mit Ölgebläsebrennern auf die verschiedenen Leistungsbereiche und die Zuordnung zu den verschiedenen Altersstufen erfolgte auf Basis der Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV, 2006).

Für die Aufteilung der Ölbrennwertgeräte auf die verschiedenen Altersstufen wurden die Angaben des Instituts für wirtschaftliche Ölheizung e.V. (IWO, 2007) herangezogen.

Die Aufteilung der Ölöfen mit Verdampfungsbrennern auf die verschiedenen Altersstufen wie auch die mittleren Nennwärmeleistungen wurden anhand der Kehrbezirksdaten 2006/2007 ermittelt.

Tabelle 3.3: Bestand an installierten Gasfeuerungen und mittlere Leistungen in Haushalten in Deutschland im Jahr 2005 unterteilt in Leistungsbereiche und Alterstufen

Gasfeuerungen in Haushalten in Deutschland (2005)	Leistungsbereich in kW (mittlere Leistung ¹)	Alterstufe	Anzahl insgesamt [1.000 Stück]	davon in Alterstufe		
				Anteil [%]	Anzahl [1.000 Stück]	
Gesamtbestand in 1.000 Stück: 13.646,0						
Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	4 - 25 (21 kW)	bis 1988/89	239,9	19	46,5	
		1990 - 2004		78	186,3	
		ab 2005		3	7,0	
	> 25 - 50 (37 kW)	bis 1988/89	155,7	46	71,2	
		1990 - 2004		53	82,7	
		ab 2005		1	1,7	
	gesamt: 463,3	> 50 (434 kW)	bis 1988/89	67,8	34	22,9
			1990 - 2004		65	44,1
			ab 2005		1	0,9
Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25 (19 kW)	bis 1988/89	5.542,9	20	1.104,9	
		1990 - 2004		78	4.341,8	
		ab 2005		2	96,2	
	> 25 - 50 (35 kW)	bis 1988/89	922,5	30	280,6	
		1990 - 2004		68	627,4	
		ab 2005		2	14,5	
	gesamt: 6.618,7	> 50 (85 kW)	bis 1988/89	153,3	30	45,5
			1990 - 2004		69	106,1
			ab 2005		1	1,7
Kombiwasserheizer	≥ 4 (19 kW)	bis 1988/89	2.865,3	11	301,6	
		1990 - 2004		86	2.477,5	
		ab 2005		3	86,2	
Durchlaufwasserheizer	≥ 4 (19 kW)	bis 1988/89	1.092,3	10	106,4	
		1990 - 2004		85	931,3	
		ab 2005		5	54,6	
Vorratswasserheizer	≥ 4 (13 kW)	bis 1988/89	602,2	95	569,1	
		1990 - 2004		5	30,1	
		ab 2005		1	3,0	
Raumheizer ²	≥ 4 (8 kW)	bis 1988/89	960,3	30	288,1	
		1990 - 2004		60	576,2	
		ab 2005		10	96,0	
Brennwertgeräte	≥ 4 (41 kW)	bis 1988/89	1.043,9	1	8,0	
		1990 - 2004		85	891,3	
		ab 2005		14	144,5	

¹ die mittlere Leistung wurde aus den Nennwärmeleistungen der installierten Anlagen berechnet und wird deshalb auch als mittlere Nennwärmeleistung bezeichnet

² Raumheizer beinhalten auch die Gas-Heizeinsätze und Gas-Kamine, die einen Anteil von wenigen Prozent ausmachen und damit nur eine geringe Bedeutung haben

Die Aufteilung des Bestandes an Heizkesseln mit Gasbrennern (mit/ohne Gebläse) auf die verschiedenen Leistungsbereiche und die Zuordnung zu den verschiedenen Altersstufen erfolgte auf Basis der Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV, 2006).

Die Aufteilung der übrigen Gasfeuerstätten auf die verschiedenen Altersstufen wie auch die mittleren Nennwärmeleistungen wurden anhand der Kehrbezirksdaten 2006/2007 ermittelt.

Die Aufteilung der handbeschickten Heizkessel für feste Brennstoffe auf die verschiedenen Leistungsbereiche erfolgte entsprechend der prozentualen Aufteilung aus dem LfU-Vorhaben (Greiselis-Bailer und Kemper, 2006). Die Aufteilung auf die verschiedenen Altersstufen erfolgte anhand der Kehrbezirksdaten 2006/2007.

Für die Aufteilung der Heizkessel für Pellets auf die verschiedenen Leistungsbereiche wurden die prozentualen Aufteilungen der Heizkessel für feste Brennstoffe in Haushalten aus dem LfU-Vorhaben (Greiselis-Bailer und Kemper, 2006) unter der Annahme herangezogen, dass diese vergleichbar sind. Die Aufteilung auf die verschiedenen Altersstufen erfolgte anhand der Kehrbezirksdaten 2006/2007 und den Angaben des Deutschen Energie-Pellet-Verbandes e.V. (DEPV, 2007).

Die Aufteilung der übrigen Feuerstätten für feste Brennstoffe auf die verschiedenen Altersstufen wie auch die mittleren Nennwärmeleistungen wurden anhand der Kehrbezirksdaten 2006/2007 ermittelt.

Bestand und Struktur der Feuerungsanlagen

Tabelle 3.4: Bestand an installierten Feuerstätten für feste Brennstoffe und mittlere Leistungen in Haushalten in Deutschland im Jahr 2005 unterteilt in Leistungsbereiche und Alterstufen

Feuerstätten für feste Brennstoffe in Haushalten in Deutschland (2005) Gesamtbestand in 1.000 Stück: 13.973,5	Leistungsbereich in kW (mittlere Leistung ¹)	Alterstufe	Anzahl insgesamt [1.000 Stück]	davon in Alterstufe	
				Anteil [%]	Anzahl [1.000 Stück]
Heizkessel - handbeschickt gesamt: 516,3	4 - 25 (20 kW)	bis 1988/89	285,1	26	73,7
		1990 - 2004		67	191,7
		ab 2005		7	19,7
	25 - 50 (35 kW)	bis 1988/89	190,2	19	37,1
		1990 - 2004		65	123,5
		ab 2005		16	29,6
	> 50 (91 kW)	bis 1988/89	41,0	11	4,6
		1990 - 2004		67	27,3
		ab 2005		22	9,1
Heizkessel für Pellets gesamt: 38,4	4 - 25 (18 kW)	1990 - 2004	32,1	53	16,9
		ab 2005		47	15,2
	25 - 50 (32 kW)	1990 - 2004	4,2	71	3,0
		ab 2005		29	1,2
	> 50 (80 kW)	1990 - 2004	2,1	61	1,3
		ab 2005		39	0,8
Dauerbrandöfen	< 15 kW (6,2 kW)	bis 1988/89	1.719,4	59	1.011,4
		ab 1990		41	708,0
Kachelöfen (mit Heizeinsatz oder als Grundofen)	< 15 kW (7,6 kW)	bis 1988/89	3.766,0	52	1.950,3
		1990 - 2004		46	1.748,5
		ab 2005		2	67,3
Kaminöfen	< 15 kW (7,4 kW)	bis 1988/89	3.452,4	4	139,5
		1990 - 2004		79	2.720,1
		ab 2005		17	592,8
Pelletöfen	< 15 kW (12,9 kW)	1990 - 2004	39,5	55	21,7
		ab 2005		45	17,8
Kamine (mit offenem oder geschlossenem Feuerraum)	< 15 kW (5,9 kW)	bis 1988/89	3.111,4	49	1.531,0
		1990 - 2004		40	1.234,7
		ab 2005		11	345,7
Badeöfen	< 15 kW (7,0 kW)	bis 1988/89	112,1	50	56,1
		ab 1990		50	56,1
Herde (und Heizungsherde)	< 15 kW (6,4 kW)	bis 1988/89	1.218,0	67	812,0
		1990 - 2004		30	360,9
		ab 2005		4	45,1

¹ die mittlere Leistung wurde aus den Nennwärmeleistungen der installierten Anlagen berechnet und wird deshalb auch als mittlere Nennwärmeleistung bezeichnet

3.2 Struktur der bei Kleinverbrauchern installierten Feuerungen

In den **Tabellen 3.5 bis 3.7** sind die Bestände an installierten Feuerstätten im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen in Deutschland im Jahr 2005 unterteilt in Leistungsbereiche und Alterstufen sowie die mittleren installierten Leistungen aufgeführt.

Tabelle 3.5: Bestand an installierten Ölfeuerungen und mittlere Leistungen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland im Jahr 2005 nach Leistungsbereichen und Alterstufen

Ölfeuerungen im Bereich GHD in Deutschland (2005) Gesamtbestand in 1.000 Stück: 722,6	Leistungsbereich in kW (mittlere Leistung ¹)	Altersstufe	Anzahl insgesamt [1.000 Stück]	davon in Alterstufe	
				Anteil [%]	Anzahl [1.000 Stück]
Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	≥ 4 (10 kW)	bis 1988/89	26,9	25	6,6
		1990 - 2004		70	19,0
		ab 2005		5	1,3
Heizkessel mit Ölgebläsebrennern	4 - 25 (20 kW)	bis 1988/89	173,0	16	27,6
		1990 - 2004		82	141,1
		ab 2005		2	4,3
	> 25 - 50 (32 kW)	bis 1988/89	195,0	45	86,9
		1990 - 2004		54	105,7
		ab 2005		1	2,4
gesamt: 688,1	> 50 (118 kW)	bis 1988/89	320,2	47	149,3
		1990 - 2004		52	165,8
		ab 2005		2	5,1
Ölbrennwertgeräte	≥ 4 (20 kW)	1990 - 2004	7,6	72	5,4
		ab 2005		28	2,1

¹ die mittlere Leistung wurde aus den Nennwärmeleistungen der installierten Anlagen berechnet und wird deshalb auch als mittlere Nennwärmeleistung bezeichnet

Die Aufteilung des Bestandes an Heizkesseln mit Ölgebläsebrennern auf die verschiedenen Leistungsbereiche und die Zuordnung zu den verschiedenen Altersstufen erfolgte auf Basis der Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV, 2006).

Für die Aufteilung der Ölbrennwertgeräte auf die verschiedenen Altersstufen wurden die Angaben des Instituts für wirtschaftliche Ölheizung e.V. (IWO, 2007) herangezogen.

Die Aufteilung der Ölöfen mit Verdampfungsbrennern auf die verschiedenen Altersstufen wie auch die mittleren Nennwärmeleistungen wurden anhand der Kehrbezirksdaten 2006/2007 ermittelt.

Bestand und Struktur der Feuerungsanlagen

Tabelle 3.6: Bestand an installierten Gasfeuerungen und mittlere Leistungen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland im Jahr 2005 nach Leistungsbereichen und Alterstufen

Gasfeuerungen im Bereich GHD in Deutschland (2005)	Leistungsbereich in kW (mittlere Leistung ¹)	Alterstufe	Anzahl insgesamt [1.000 Stück]	davon in Alterstufe		
				Anteil [%]	Anzahl [1.000 Stück]	
Gesamtbestand in 1.000 Stück: 861,2						
Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	4 - 25 (21 kW)	bis 1988/89	2,5	19	0,5	
		1990 - 2004		78	1,9	
		ab 2005		3	0,1	
	> 25 - 50 (37 kW)	bis 1988/89	64,8	46	29,7	
		1990 - 2004		53	34,4	
		ab 2005		1	0,7	
	gesamt: 321,7	> 50 (434 kW)	bis 1988/89	254,4	34	85,8
			1990 - 2004		65	165,3
			ab 2005		1	3,3
Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25 (19 kW)	bis 1988/89	25,8	20	5,1	
		1990 - 2004		78	20,2	
		ab 2005		2	0,4	
	> 25 - 50 (35 kW)	bis 1988/89	91,7	30	27,9	
		1990 - 2004		68	62,3	
		ab 2005		2	1,4	
	gesamt: 291,6	> 50 (85 kW)	bis 1988/89	174,1	30	51,7
			1990 - 2004		69	120,5
			ab 2005		1	1,9
Kombiwasserheizer	≥ 4 (19 kW)	bis 1988/89	93,0	11	9,8	
		1990 - 2004		86	80,4	
		ab 2005		3	2,8	
Durchlaufwasserheizer	≥ 4 (19 kW)	bis 1988/89	81,7	10	8,0	
		1990 - 2004		85	69,7	
		ab 2005		5	4,1	
Vorratswasserheizer	≥ 4 (13 kW)	bis 1988/89	37,9	95	35,9	
		1990 - 2004		5	1,9	
		ab 2005		1	0,2	
Raumheizer ²	≥ 4 (8 kW)	bis 1988/89	8,9	30	2,7	
		1990 - 2004		60	5,3	
		ab 2005		10	0,9	
Brennwertgeräte	≥ 4 (41 kW)	bis 1988/89	26,4	1	0,2	
		1990 - 2004		85	22,5	
		ab 2005		14	3,7	

¹ die mittlere Leistung wurde aus den Nennwärmeleistungen der installierten Anlagen berechnet und wird deshalb auch als mittlere Nennwärmeleistung bezeichnet

² Raumheizer beinhalten auch die Gas-Heizeinsätze und Gas-Kamine, die einen Anteil von wenigen Prozent ausmachen und damit nur eine geringe Bedeutung haben

Die Aufteilung des Bestandes an Heizkesseln mit Gasbrennern (mit/ohne Gebläse) auf die verschiedenen Leistungsbereiche und die Zuordnung zu den verschiedenen Altersstufen erfolgte auf Basis der Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV, 2006).

Die Aufteilung der übrigen Gasfeuerstätten auf die verschiedenen Altersstufen wie auch die mittleren Nennwärmeleistungen wurden anhand der Kehrbezirksdaten 2006/2007 ermittelt.

Die Aufteilung der handbeschickten Heizkessel für naturbelassenes Holz und Kohlenbrennstoffe auf die verschiedenen Leistungsbereiche erfolgte entsprechend der prozentualen Aufteilung aus dem LfU-Vorhaben (Greiselis-Bailer und Kemper, 2006). Die Aufteilung auf die verschiedenen Altersstufen erfolgte anhand der Kehrbezirksdaten 2006/2007.

Für die Aufteilung der Heizkessel für Pellets auf die verschiedenen Leistungsbereiche wurden die prozentualen Aufteilungen der Heizkessel für feste Brennstoffe in Haushalten aus dem LfU-Vorhaben (Greiselis-Bailer und Kemper, 2006) unter der Annahme herangezogen, dass diese vergleichbar sind. Die Aufteilung auf die verschiedenen Altersstufen erfolgte anhand der Kehrbezirksdaten 2006/2007 und den Angaben des Deutschen Energie-Pellet-Verbandes e.V. (DEPV, 2007).

Die Aufteilung der übrigen Feuerstätten für feste Brennstoffe auf die verschiedenen Altersstufen wie auch die mittleren Nennwärmeleistungen wurden anhand der Kehrbezirksdaten 2006/2007 ermittelt.

Im Emissionsfaktoren-Vorhaben (Pfeiffer et al., 2000) wurden zur Berechnung der Emissionsfaktoren die Heizkessel im Bereich Landwirtschaft und Gartenbau zu einem gemeinsamen Leistungsbereich > 25 kW zusammengefasst. Aufgrund einer breiteren Datenbasis können jetzt die Emissionsfaktoren für alle aufgeführten Leistungsbereiche getrennt berechnet werden, wodurch sich auch die Datenstruktur etwas vereinfacht.

Tabelle 3.7: Bestand an installierten Feuerstätten für feste Brennstoffe und mittlere Leistungen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland im Jahr 2005 nach Leistungsbereichen und Alterstufen

Feuerstätten für feste Brennstoffe im Bereich GHD in Deutschland (2005) Gesamtbestand in 1.000 Stück: 403,1		Leistungs- bereich in kW (mittlere Leistung ¹)	Altersstufe	Anzahl insgesamt [1.000 Stück]	davon in Alterstufe		
					Anteil [%]	Anzahl [1.000 Stück]	
gesamt: 23,0	Heizkessel - handbeschickt	4 - 25 (20 kW)	bis 1988/89	2,5	26	0,7	
			1990 - 2004		67	1,7	
			ab 2005		7	0,2	
		gesamt:	25 - 50 (35 kW)	bis 1988/89	8,8	19	1,7
				1990 - 2004		65	5,7
				ab 2005		16	1,4
	13,7	> 50 (91 kW)	bis 1988/89	2,3	11	0,3	
			1990 - 2004		67	1,5	
			ab 2005		22	0,5	
	Heizkessel für Pellets	4 - 25 (18 kW)	1990 - 2004	0,3	53	0,2	
			ab 2005		47	0,1	
		gesamt:	25 - 50 (32 kW)	1990 - 2004	0,2	71	0,1
ab 2005				29		0,1	
0,6		> 50 (80 kW)	1990 - 2004	0,1	61	0,1	
			ab 2005		39	0,0	
Heizkessel für Hackschnitzel	4 - 25 (21 kW)	bis 1988/89	0,4	18	0,1		
		1990 - 2004		65	0,3		
		ab 2005		18	0,1		
	gesamt:	25 - 50 (41 kW)	bis 1988/89	7,8	18	1,4	
			1990 - 2004		65	5,1	
			ab 2005		18	1,4	
	8,7	> 50 (158 kW)	bis 1988/89	0,5	6	0,0	
			1990 - 2004		78	0,4	
			ab 2005		16	0,1	

¹ die mittlere Leistung wurde aus den Nennwärmeleistungen der installierten Anlagen berechnet und wird deshalb auch als mittlere Nennwärmeleistung bezeichnet

Fortsetzung Tabelle 3.7:

Feuerstätten für feste Brennstoffe im Bereich GHD in Deutschland (2005) Gesamtbestand in 1.000 Stück: 403,1		Leistungsbereich in kW (mittlere Leistung ¹)	Altersstufe	Anzahl insgesamt [1.000 Stück]	davon in Alterstufe	
					Anteil [%]	Anzahl [1.000 Stück]
gewerbliche Heizkessel gesamt: 18,9 Heizkessel - mech. beschickt 6,4	Heizkessel - handbeschickt	> 50 (78 kW)	bis 1988/89	12,5	13	1,7
			1990 - 2004		80	9,9
			ab 2005		7	0,9
	Unterschubfeuerungen	> 50 (149 kW)	bis 1988/89	1,9	7	0,1
			1990 - 2004		86	1,6
			ab 2005		7	0,1
	Vorofenfeuerungen	> 50 (108 kW)	bis 1988/89	2,6	7	0,2
			1990 - 2004		86	2,3
			ab 2005		7	0,2
	Einblasfeuerungen	> 50 (206 kW)	bis 1988/89	1,9	7	0,1
			1990 - 2004		86	1,6
			ab 2005		7	0,1
Dauerbrandöfen		< 15 kW (6,2 kW)	bis 1988/89	20,6	59	12,1
			ab 1990		41	8,5
Kachelöfen (mit Heizeinsatz oder als Grundofen)		< 15 kW (7,6 kW)	bis 1988/89	124,0	52	64,2
			1990 - 2004		46	57,6
			ab 2005		2	2,2
Kaminöfen		< 15 kW (7,4 kW)	bis 1988/89	47,6	4	1,9
			1990 - 2004		79	37,5
			ab 2005		17	8,2
Pelletöfen		< 15 kW (12,9 kW)	1990 - 2004	0,5	55	0,3
			ab 2005		45	0,2
Kamine (mit offenem oder geschlossenem Feuerraum)		< 15 kW (5,9 kW)	bis 1988/89	28,6	49	14,1
			1990 - 2004		40	11,3
			ab 2005		11	3,2
Badeöfen		< 15 kW (7,0 kW)	bis 1988/89	7,9	50	3,9
			ab 1990		50	3,9
Herde (und Heizungsherde)		< 15 kW (6,4 kW)	bis 1988/89	132,0	67	88,0
			1990 - 2004		30	39,1
			ab 2005		4	4,9

¹ die mittlere Leistung wurde aus den Nennwärmeleistungen der installierten Anlagen berechnet und wird deshalb auch als mittlere Nennwärmeleistung bezeichnet

4 Endenergieverbrauch der Haushalte und Kleinverbraucher

In diesem Kapitel wird der Endenergieverbrauch zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser im Bereich der Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen strukturiert nach Gerätebauarten und Leistungsbereichen beschrieben. Dabei wird nicht mehr wie bisher zwischen emissionsrelevanten und nicht emissionsrelevanten Anteilen am Endenergieverbrauch unterschieden. Vielmehr wird der gesamte Endenergieverbrauch im Bereich der Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen als emissionsrelevant angesehen und es wird damit angenommen, dass der gesamte Endenergieverbrauch zur Prozesswärmeerzeugung mit derselben Gerätetechnik erzeugt wird, die auch zur Raumwärme- und Warmwassererzeugung eingesetzt wird. Dies trifft, bis auf einige Ausnahmen, in der Praxis auch zu. Wesentliche Unterschiede in der Gerätetechnik zur Prozesswärmeerzeugung, und damit u.U. auch im Emissionsverhalten, sind z.B. bei Gasherden und Sonderanwendungen im Bereich GHD (z.B. Schmiedeöfen) vorhanden. Aufgrund der fehlenden Datenbasis (dies betrifft sowohl die Aktivitätsraten als auch die Emissionsfaktoren für diese Anwendungen) können hierzu keine weiteren Angaben gemacht werden.

4.1 Brennstoffbezogener Endenergieverbrauch

Den Rahmen für die Aufteilung des Endenergieverbrauchs stellt die von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen mit Stand zum 21. September 2006 (AGEB, 2006) erstellte Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2005 dar.

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs an Braunkohlenbriketts auf die Reviere und Importe erfolgte anhand der Statistiken der Kohlewirtschaft für das Jahr 2005 (Kohlewirtschaft, 2006).

Der Endenergieverbrauch an Steinkohlen wurde von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen gegenüber den vorläufigen Angaben, die in den Vorgängervorhaben (Struschka et al., 2003 sowie Greiselis-Bailer und Kemper, 2006) verwendet wurden, deutlich nach oben korrigiert. Hierdurch ergibt sich in der Zeitreihe des Steinkohlenverbrauchs ein Sprung im Jahr 2000. Bei Haushalten wurde eine Zunahme des Kohlenverbrauchs für das Jahr 2000 gegenüber 1999 um 70 % und für den Bereich GHD um rund 57 % angenommen. In älteren Angaben war ursprünglich davon ausgegangen worden, dass der Steinkohlenverbrauch der Haushalte für das Jahr 2000 um 70 % und bei GHD um 10 % gegenüber 1999 abnimmt.

Bei den Haushalten wurde der neue Ansatz des Endenergieverbrauchs für Steinkohlen verwendet. Dieser konnte plausibel auf den verwendeten Anlagenbestand aufgeteilt werden. Dies war aber beim Endenergieverbrauch des Sektors GHD, angesetzt wurde hier von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen ein Verbrauch von 12 PJ, nicht mehr möglich. Deshalb wurde der Steinkohlenverbrauch für den GHD-Sektor mit einer eigenen Abschätzung an den ermittelten Anlagenbestand angepasst.

Der Holzverbrauch in den privaten Haushalten wurde mit 94,2 % des in der Energiebilanz aufgeführten Verbrauchs an übrigen festen Brennstoffen angesetzt (AGEB, 2006). Der darin enthaltene Verbrauch an Holzpellets wurde von Mantau und Sörgel (2006) übernommen. Im Bereich Landwirtschaft und Gartenbau wurde die Energiebilanz für naturbelassenes Holz und Holzpellets sowie im Bereich der gewerblichen Holzfeuerungen für Resthölzer durch eigene Abschätzungen, basierend auf den Angaben von Greiselis-Bailer und Kemper (2006), ergänzt.

Der Endenergieverbrauch für das Militär (Beheizung und Warmwasserverbrauch der militärischen Liegenschaften) wurden anhand eigener Erhebungen (Militär, 2007) ermittelt. Damit wurde jeweils für Heizöl EL und Brenngase, ausgehend von den Angaben der AGEB, der Endenergieverbrauch des Sektors GHD berechnet. Die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen setzt für Braunkohlenbriketts keinen Endenergieverbrauch mehr für den Sektor GHD + Militär an. Hier wurden die eigenen Daten verwendet. Dies gilt auch für Steinkohlen.

In **Tabelle 4.1** ist der Endenergieverbrauch an Heizöl EL, Brenngasen sowie Stein-, Braun- und Holzbrennstoffen für Deutschland im Jahr 2005 zusammengestellt.

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf die verschiedenen Gerätebauarten erfolgt, getrennt für die betrachteten Brennstoffe, durch Gegenrechnung aus dem Bestand an Feuerstätten einer Bauart, der Anzahl an Vollbenutzungsstunden und der mittleren Nennwärmeleistung der installierten Feuerungen (die mittleren Nennwärmeleistungen der installierten Anlagen wurden aus Kapitel 3 entnommen). Am Ende der durchgeführten Berechnungen steht ein gerätebezogener Endenergieverbrauch mit hohem Detaillierungsgrad. Der aus dem Endenergieverbrauch ermittelte gerätebezogene Endenergieverbrauch wird zur Berechnung der Emissionsfaktoren (siehe Kapitel 5) und des Emissionsaufkommens (siehe Kapitel 6) herangezogen.

Tabelle 4.1: Endenergieverbrauch der Haushalte (HH) und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) sowie Militär in Deutschland im Jahr 2005

Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2005	HH und GHD [TJ]	HH [TJ]	GHD + Militär [TJ]	GHD [TJ]	Militär [TJ]
Heizöl EL	911.000	659.000	252.000	248.854	3.146
Brenngase	1.568.000	1.058.000	510.000	499.238	10.762
<i>davon Erdgas H und L</i>	1.527.000	1.026.000	501.000	490.238	10.762
<i>davon Flüssiggas</i>	41.000	32.000	9.000	9.000	
Steinkohlen	19.746	19.000	746	576	169
Steinkohlenkoks	6.000	6.000			
Steinkohlenbriketts	3.000	3.000			
Braunkohlenbriketts	16.892	16.841	51		51
<i>davon Rheinisches Revier</i>	8.219	8.219			
<i>davon Lausitzer Revier</i>	8.623	8.623			
Holzbrennstoffe	219.808	200.646	19.162	19.162	
<i>davon Pellets</i>	4.435	4.304	131	131	
<i>davon naturbelassenes Holz</i>	202.297	196.342	5.955	5.955	
<i>davon Resthölzer</i>	13.076		13.076	13.076	
Summe	2.744.446	1.962.487	781.958	767.830	14.129

Holzbrennstoffe: In Form von Pellets, naturbelassenem Holz (eingesetzt in Haushalten, u.a. im Bereich Landwirtschaft und Gartenbau sowie im kommunalen Bereich in kleinen Nahwärmenetzen) und Resthölzern (eingesetzt in gewerblichen Holzfeuerungen), die sich aus Resten von Holzwerkstoffen und naturbelassenem Holz zusammensetzen.

Datenquellen: Angaben für Deutschland zu Heizöl EL, Brenngase und Steinkohle von AGEb (2006), angepasst für Steinkohlen im Sektor GHD. Angaben zu Braunkohle von StatKo (2006), zu Brennholz im Bereich der Haushalte von AGEb (2006) sowie Mantau und Sörgel (2006), ergänzt um eigene Schätzungen zum Brennholzverbrauch im Sektor GHD.

4.2 Gerätebezogener Energieverbrauch der Feuerungsanlagen

Der Endenergieverbrauch im Bereich der Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen wird im folgenden strukturiert nach Gerätegruppen (Bauarten der Feuerungsanlagen) und Leistungsbereiche aufgeschlüsselt. Dieser gerätebezogene Endenergieverbrauch wird zur Berechnung des Emissionsaufkommens einer Gerätebauart, z.B. Dauerbrandöfen, im Jahr 2005 herangezogen. Die Struktur des gerätebezogenen Endenergieverbrauchs ist auf die Bearbeitungstiefe der Anlagenstruktur und der Emissionsfaktoren abgestimmt. Durch Multiplikation des strukturiert erstellten Energieverbrauchs bzw. der Emissionsfaktoren kann dann das aktuelle Emissionsaufkommen für das Jahr 2005 für Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen berechnet werden.

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf die verschiedenen Gerätebauarten erfolgt, getrennt für die betrachteten Brennstoffe, durch Gegenrechnung aus dem Bestand an Feuerstätten einer Bauart, der Anzahl an Vollbenutzungsstunden und der mittleren Leistung der installierten Feuerungen. Die mittleren (Nennwärme-)Leistungen der installierten Anlagen wurden aus den im Rahmen der eigenen Schornsteinfegererhebung ermittelten Nennwärmeleistungen der erfassten Feuerstätten berechnet und sind in den Tabellen 3.2 bis 3.7 aufgeführt.

Die Anzahl der installierten Feuerstätten einer Bauart beinhaltet alle Geräte, die betriebsbereit in Haushalten oder im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen eingebaut sind, unabhängig davon, ob diese z.B. regelmäßig oder nie betrieben werden. Vor allem im Bereich der festen Brennstoffe gibt es eine nicht unerhebliche Zahl an Feuerstätten, die nur selten oder gelegentlich genutzt werden, da sie ausschließlich als Zusatz- oder Komfortheizung dienen. Innerhalb einer Bauart wird die über den Anlagenbestand gemittelte Nutzungshäufigkeit der Feuerstätten durch die festgelegte Anzahl der Vollbenutzungsstunden berücksichtigt (siehe Pfeiffer et al., 2000).

Die Anzahl der jährlichen Vollbenutzungsstunden gibt die Betriebsdauer der Feuerstätte pro Jahr bei Nennwärmeleistung (bzw. hier bei mittlerer Nennwärmeleistung) an. Unter der jährlichen Betriebsdauer wird die Summe der Zeiträume verstanden, während denen Verbrennungsvorgänge in der Feuerstätte stattfinden. Dies ist z.B. bei Heizkesseln mit Ölgebläsebrennern die Summe der jährlichen Brennerlaufzeiten (ohne Vorbelüftungsphasen) oder bei chargenweise beschickten Holzfeuerungen die Summe der Zeiträume, in denen ein Charゲンabbrand stattfindet. Je nach Bau- und Ausführungsart der Feuerung setzen sich die Vollbenutzungsstunden u.U. aus Zeiträumen unterschiedlicher Wärmeleistungen, z.B. bei handbeschickten Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe, zusammen. Um die Berechnung des gerätebezogenen Endenergieverbrauchs zu vereinfachen, sind alle Zeiträume entsprechend ihren Wärmeleistungen in der Rechengröße "Vollbenutzungsstunden" enthalten. Die Vollbenutzungsstunden entsprechen nur dann der Betriebsdauer der Feuerstätte, wenn diese immer bei Nennwärmeleistung betrieben wird. Wird die Feuerstätte mit Wärmeleistungen kleiner der Nennwärmeleistung betrieben, so ist die effektive jährliche Betriebsdauer entsprechend länger.

Da die Rechengröße "Vollbenutzungsstunden" u.U. nicht das tatsächliche Betriebsverhalten der installierten Feuerstätten wiedergibt, erfolgt die Berechnung der Emissionsfaktoren und des Emissionsaufkommens ggf. unter Berücksichtigung verschiedener Wärmeleistungen (Lastfälle). Hierzu wird in einem weiteren Berechnungsschritt für alle betrachteten Bauarten von Feuerungen deren gerätebezogener Endenergieverbrauch auf die spezifischen Lastfälle (siehe Kapitel 5) verteilt.

Haushalte

In **Tabelle 4.2** sind die gerätebezogenen Endenergieverbräuche im Jahr 2005 für die installierten Ölfeuerungen im Bereich der Haushalte in Deutschland aufgelistet. Die Anlagenbestände und die mittleren Nennwärmeleistungen der Feuerungen wurden aus der Tabelle 3.2 übernommen.

Tabelle 4.2: Gerätebezogene Endenergieverbräuche der in Haushalten installierten Ölfeuerungen in Deutschland im Jahr 2005

Ölfeuerungen in Haushalten in Deutschland (2005)	Leistungsbereich	Anlagenbestand ¹	jährliche Vollbenutzungsstunden ²	mittlere Nennwärmeleistung ¹	gerätebezogener Endenergieverbrauch	
	[kW]	[1.000 Stück]	[h]	[kW]	[TJ]	[%]
Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	≥ 4	1.162,4	442	10	17.989	2,7
Heizkessel mit Ölgebläsebrenner	4 - 25	2.765,3	1.040	20	209.561	31,8
	> 25 - 50	2.591,6	980	32	296.052	44,9
	> 50	312,0	980	118	130.155	19,7
Ölbrennwertgeräte	≥ 4	68,2	1.050	20	5.262	0,8
Summe	≥ 4	6.899,5			659.020	100,0
Abweichung zum Endenergieverbrauch in Tabelle 4.1					20	0,0

¹ Angaben zum Anlagenbestand und zur mittleren Nennwärmeleistung aus Tabelle 3.2

² aktualisierte Angaben in Anlehnung an das Feinstaub-Vorhaben (Struschka et al., 2003)

Im Jahr 2005 hatten bei den Haushalten in Deutschland die Heizkessel mit Ölgebläsebrennern im Leistungsbereich > 25 - 50 kW den größten Anteil (44,9 %) am gesamten Endenergieverbrauch der Ölfeuerungen (659.000 TJ nach Tabelle 4.1). Der Anteil der Ölbrennwertgeräte war mit 0,8 % hingegen noch sehr gering.

In **Tabelle 4.3** sind die gerätebezogenen Endenergieverbräuche im Jahr 2005 für die installierten Gasfeuerungen im Bereich der Haushalte in Deutschland aufgelistet. Die Anlagenbestände und die mittleren Nennwärmeleistungen der Feuerungen wurden aus der Tabelle 3.3 übernommen.

Tabelle 4.3: Gerätebezogene Endenergieverbräuche der in Haushalten installierten Gasfeuerungen in Deutschland im Jahr 2005

Gasfeuerungen in Haushalten in Deutschland (2005)	Leistungsbereich	Anlagenbestand ¹	jährliche Vollbenutzungsstunden ²	mittlere Nennwärmeleistung ¹	gerätebezogener Endenergieverbrauch	
	[kW]	[1.000 Stück]	[h]	[kW]	[TJ]	[%]
Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	239,9	1.000	21	18.057	1,7
	> 25 - 50	155,7	950	37	19.444	1,8
	> 50	67,8	950	434	100.582	9,5
Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	5.542,9	1.000	19	378.411	35,8
	> 25 - 50	922,5	950	35	111.138	10,5
	> 50	153,3	950	85	44.592	4,2
Kombiwasserheizer	≥ 4	2.865,3	980	19	193.527	18,3
Durchlaufwasserheizer	≥ 4	1.092,3	300	19	22.248	2,1
Vorratswasserheizer	≥ 4	602,2	300	13	8.563	0,8
Raumheizer	≥ 4	960,3	407	8	10.582	1,0
Brennwertgeräte	≥ 4	1.043,9	970	41	150.857	14,3
Summe	≥ 4	13.646,0			1.058.000	100,0
Abweichung zum Endenergieverbrauch in Tabelle 4.1					0	0,0

¹ Angaben zum Anlagenbestand und zur mittleren Nennwärmeleistung aus Tabelle 3.3

² aktualisierte Angaben in Anlehnung an das Emissionsfaktoren-Vorhaben (Pfeiffer et al., 2000)

Den größten Anteil am gesamten Endenergieverbrauch der in den Haushalten installierten Gasfeuerstätten im Jahr 2005 (1.058.000 TJ nach Tabelle 4.1) hatten die Heizkessel mit Gasbrennern ohne Gebläse im Leistungsbereich 4 - 25 kW (35,8 %). Demgegenüber waren die Vorratswasserheizer wie auch die Raumheizer nur mit geringen Anteilen (0,8 und 1,0 %) am Endenergieverbrauch vertreten.

In den **Tabellen 4.4 und 4.5** sind die berechneten gerätebezogenen Endenergieverbräuche im Jahr 2005 für die installierten Feuerungen für feste Brennstoffe im Bereich der Haushalte in Deutschland aufgelistet. Die Anlagenbestände und die mittleren Nennwärmeleistungen der Feuerungen wurden aus der Tabelle 3.4 übernommen.

Mit 31,3 % hatten die Kachelöfen im Jahr 2005 den größten Anteil am gesamten Endenergieverbrauch der in den Haushalten installierten Feuerstätten für feste Brennstoffe (245.487 TJ nach Tabelle 4.1). Demgegenüber leisteten die Badeöfen mit nur 0,1 % einen untergeordneten Beitrag zum Endenergieverbrauch. Pelletkessel und Pelletöfen, die erst seit einigen Jahren in nennenswertem Umfang auf dem Markt vorhanden sind, wiesen im Jahr 2005 mit insgesamt 1,8 % noch eine geringe Verbreitung auf dem Wärmemarkt für feste Brennstoffe auf.

Tabelle 4.4: Gerätebezogene Endenergieverbräuche der in Haushalten installierten Feuerstätten für feste Brennstoffe in Deutschland im Jahr 2005

Feuerstätten für feste Brennstoffe in Haushalten in Deutschland (2005)	Leistungsbereich	Anlagenbestand ¹	jährliche Vollbenutzungsstunden ²	mittlere Nennwärmeleistung ¹	gerätebezogener Endenergieverbrauch	
	[kW]	[1.000 Stück]	[h]	[kW]	[TJ]	[%]
Heizkessel - handbeschickt für Holz- und Kohlenbrennstoffe	4 - 25	285,1	1.020	20	21.009	8,6
	> 25 - 50	190,2	928	35	22.544	9,2
	> 50	41,0	930	91	12.524	5,1
Heizkessel für Pellets	4 - 25	32,1	980	18	2.066	0,8
	> 25 - 50	4,2	920	32	449	0,2
	> 50	2,1	920	80	554	0,2
Dauerbrandöfen	< 15	1.719,4	667	6,2	25.774	10,5
Kachelöfen (mit Heizeinsatz oder als Grundofen)	< 15	3.766,0	750	7,6	76.890	31,3
Kaminöfen	< 15	3.452,4	596	7,4	54.539	22,2
Pelletöfen	< 15	39,5	676	12,9	1.236	0,5
Kamine (mit offenem oder geschlossenem Feuerraum)	< 15	3.111,4	350	5,9	23.299	9,5
Badeöfen	< 15	112,1	111	7	312	0,1
Herde (und Heizungsherde)	< 15	1.218,0	154	6	4.294	1,7
Summe	≥ 4	13.973,5			245.489	100,0
Abweichung zum Endenergieverbrauch in Tabelle 4.1					1	0,0

¹ Angaben zum Anlagenbestand und zur mittleren Nennwärmeleistung aus Tabelle 3.4

² aktualisierte Angaben in Anlehnung an das LfU-Vorhaben (Greiselis-Bailer und Kemper, 2006)

Für die Aufteilung der Festbrennstoffe auf die verschiedenen Gerätebauarten nach **Tabelle 4.5** wurden die Angaben aus dem LfU-Vorhaben (Greiselis-Bailer und Kemper, 2006) herangezogen und entsprechend dem veränderten Anlagenbestand und Endenergieverbrauch angepasst.

Tabelle 4.5: Gerätebezogene Endenergieverbräuche der in Haushalten installierten Feuerstätten für feste Brennstoffe in Deutschland im Jahr 2005 unterteilt nach Festbrennstoffen

Feuerstätten für feste Brennstoffe in Haushalten in Deutschland (2005)	Leistungsbereich [kW]	EEV [TJ]	davon ¹									
			Steinkohlen		Steinkohlenkoks		Steinkohlenbriketts		Braunkohlenbriketts ²		naturbel. Holz ³	
			[TJ]	[%]	[TJ]	[%]	[TJ]	[%]	[TJ]	[%]	[TJ]	[%]
Heizkessel handbeschickt	4 - 25	21.009	1.029	5,4	641	10,7	-	-	315	1,9	19.023	9,5
	> 25 - 50	22.544	1.105	5,8	688	11,5	-	-	338	2,0	20.413	10,2
	> 50	12.524	614	3,2	382	6,4	-	-	188	1,1	11.341	5,7
Heizkessel für Pellets	4 - 25	2.066	-	-	-	-	-	-	-	-	2.066	1,0
	> 25 - 50	449	-	-	-	-	-	-	-	-	449	0,2
	> 50	554	-	-	-	-	-	-	-	-	554	0,3
Dauerbrandöfen	< 15	25.774	15.245	80,2	4.063	67,7	3.000	100,0	567	3,4	2.899	1,4
Kachelöfen (mit Heizeinsatz od. als Grundofen)	< 15	76.890	1.007	5,3	227	3,8	-	-	6.413	38,1	69.242	34,5
Kaminöfen	< 15	54.539	-	-	-	-	-	-	6.262	37,2	48.277	24,1
Pelletöfen	< 15	1.236	-	-	-	-	-	-	-	-	1.236	0,6
Kamine (mit off. od. geschl. Feuerraum)	< 15	23.299	-	-	-	-	-	-	2.070	12,3	21.229	10,6
Badeöfen	< 15	312	-	-	-	-	-	-	48	0,3	264	0,1
Herde (u. Heizungsherde)	< 15	4.294	-	-	-	-	-	-	640	3,8	3.655	1,8
Summe	≥ 4	245.489	19.000	100,0	6.000	100,0	3.000	100,0	16.842	100,0	200.647	100,0
Abweichung zu Tabelle 4.1			0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,0

¹ bei Kohlenbrennstoffen einschließlich Importen

² gleiche Anteile für Braunkohlenbriketts aus dem Rheinischen und Lausitzer Revier sowie Importe angenommen

³ einschließlich Holzpellets

Kleinverbraucher

In **Tabelle 4.6** sind die gerätebezogenen Endenergieverbräuche im Jahr 2005 für die installierten Ölfeuerungen im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen in Deutschland aufgelistet. Die Anlagenbestände und die mittleren Nennwärmeleistungen der Feuerungen wurden aus Tabelle 3.5 übernommen.

Tabelle 4.6: Gerätebezogene Endenergieverbräuche der installierten Ölfeuerungen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland im Jahr 2005

Ölfeuerungen im Bereich GHD in Deutschland (2005)	Leistungs- bereich	Anlagen- bestand ¹	jährliche Voll- benutzungs- stunden ²	mittlere Nennwärme- leistung ¹	gerätebezogener Endenergie- verbrauch	
	[kW]	[1.000 Stück]	[h]	[kW]	[TJ]	[%]
Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	≥ 4	26,9	442	10	416	0,2
Heizkessel mit Ölgebläsebrenner	4 - 25	173,0	1.170	20	14.747	5,9
	> 25 - 50	195,0	1.400	32	31.822	12,8
	> 50	320,2	1.477	118	201.285	80,9
Ölbrennwertgeräte	≥ 4	7,6	1.050	20	583	0,2
Summe	≥ 4	715,0			248.854	100,0
Abweichung zum Endenergieverbrauch in Tabelle 4.1					0	0,0

¹ Angaben zum Anlagenbestand und zur mittleren Nennwärmeleistung aus Tabelle 3.5

² aktualisierte Angaben in Anlehnung an das Feinstaub-Vorhaben (Struschka et al., 2003)

Im Jahr 2005 hatten im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen in Deutschland die Heizkessel mit Ölgebläsebrennern im Leistungsbereich > 50 kW mit rund 81 % den weitaus größten Anteil am gesamten Endenergieverbrauch der Ölfeuerungen (248.854 TJ nach Tabelle 4.1). Der Endenergieverbrauch der Ölöfen mit Verdampfungsbrennern wie auch der Ölbrennwertgeräte war hingegen vernachlässigbar gering.

In **Tabelle 4.7** sind die gerätebezogenen Endenergieverbräuche im Jahr 2005 für die installierten Gasfeuerungen im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen in Deutschland aufgelistet. Die Anlagenbestände und die mittleren Nennwärmeleistungen der Feuerungen wurden aus Tabelle 3.6 übernommen.

Der Endenergieverbrauch der Gasfeuerstätten im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen im Jahr 2005 (499.238 TJ nach Tabelle 4.1) wurde im Wesentlichen durch Heizkessel im Leistungsbereich > 50 kW bestimmt (insgesamt 92,9 %). Im Gegensatz zu den Heizkesseln leisteten die übrigen Gasfeuerstätten mit insgesamt 2,2 % einen untergeordneten Beitrag zum Endenergieverbrauch.

Tabelle 4.7: Gerätebezogene Endenergieverbräuche der installierten Gasfeuerungen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland im Jahr 2005

Gasfeuerungen im Bereich GHD in Deutschland (2005)	Leistungsbereich	Anlagenbestand ¹	jährliche Vollbenutzungsstunden ²	mittlere Nennwärmeleistung ¹	gerätebezogener Endenergieverbrauch	
	[kW]	[1.000 Stück]	[h]	[kW]	[TJ]	[%]
Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	2,5	980	21	185	0,0
	> 25 - 50	64,8	980	37	8.350	1,7
	> 50	254,4	1.000	434	397.352	79,6
Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	25,8	1.140	19	2.005	0,4
	> 25 - 50	91,7	1.200	35	13.951	2,8
	> 50	174,1	1.241	85	66.152	13,3
Kombiwasserheizer	≥ 4	93,0	800	19	5.128	1,0
Durchlaufwasserheizer	≥ 4	81,7	300	19	1.664	0,3
Vorratswasserheizer	≥ 4	37,9	300	13	540	0,1
Raumheizer	≥ 4	8,9	400	8	96	0,0
Brennwertgeräte	≥ 4	26,4	970	41	3.816	0,8
Summe	≥ 4	861,2			499.238	100,0
Abweichung zum Endenergieverbrauch in Tabelle 4.1					0	0,0

¹ Angaben zum Anlagenbestand und zur mittleren Nennwärmeleistung aus Tabelle 3.6

² aktualisierte Angaben in Anlehnung an das Emissionsfaktoren-Vorhaben (Pfeiffer et al., 2000)

In den **Tabellen 4.8 und 4.9** sind die berechneten gerätebezogenen Endenergieverbräuche im Jahr 2005 für die installierten Feuerungen für feste Brennstoffe im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen in Deutschland aufgelistet. Die Anlagenbestände und die mittleren Nennwärmeleistungen der Feuerungen wurden aus Tabelle 3.7 übernommen.

Der Endenergieverbrauch der Feuerstätten für feste Brennstoffe im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen im Jahr 2005 (19.738 TJ nach Tabelle 4.1) wurde mit einem Anteil von 66,2 % im Wesentlichen durch gewerbliche Holzfeuerungen geprägt

Für die Aufteilung der Festbrennstoffe auf die verschiedenen Gerätebauarten nach **Tabelle 4.5** wurden die Angaben aus dem LfU-Vorhaben (Greiselis-Bailer und Kemper, 2006) herangezogen und angepasst.

Tabelle 4.8: Gerätebezogene Endenergieverbräuche der installierten Feuerstätten für feste Brennstoffe im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland im Jahr 2005

Feuerstätten für feste Brennstoffe im Bereich GHD in Deutschland (2005)	Leistungsbereich	Anlagenbestand ¹	jährliche Vollbenutzungsstunden ²	mittlere Nennwärmeleistung ¹	gerätebezogener Endenergieverbrauch	
	[kW]	[1.000 Stück]	[h]	[kW]	[TJ]	[%]
Heizkessel handbeschickt für Holz- und Kohlenbrennstoffe	4 - 25	2,5	1.035	20	190	1,0
	> 25 - 50	8,8	910	35	1.027	5,2
	> 50	2,3	930	91	709	3,6
Heizkessel für Pellets	4 - 25	0,3	1.250	18	24	0,1
	> 25 - 50	0,2	1.500	32	34	0,2
	> 50	0,1	1.650	80	56	0,3
Heizkessel für Hackschnitzel	4 - 25	0,4	1.010	21	32	0,2
	> 25 - 50	7,8	900	41	1.025	5,2
	> 50	0,5	930	158	256	1,3
Dauerbrandöfen	< 15	20,6	635	6,2	294	1,5
Kachelöfen (mit Heizeinsatz oder als Grundöfen)	< 15	124,0	573	7,6	1.934	9,8
Kaminöfen	< 15	47,6	394	7,4	497	2,5
Pelletöfen	< 15	0,5	680	12,9	17	0,1
Kamine (mit offenem oder geschlossenem Feuerraum)	< 15	28,6	250	5,9	153	0,8
Badeöfen	< 15	7,9	110	7	22	0,1
Herde (und Heizungsherde)	< 15	132,0	130	6	393	2,0
<i>Zwischensumme</i>	≥ 4	384,2			6.662	33,8
gewerbliche Holzfeuerungen (Resthölzer³)						
Heizkessel - handbeschickt	≥ 50	12,5	1.818	78	6.349	32,2
Unterschubfeuerungen	≥ 50	1,9	1.950	149	1.985	10,1
Vorofenfeuerungen	≥ 50	2,6	1.950	108	2.004	10,2
Einblasfeuerungen	≥ 50	1,9	1.950	206	2.738	13,9
<i>Zwischensumme</i>	≥ 50	18,9			13.076	66,2
Summe	≥ 4	403,1			19.738	100,0
Abweichung zum Endenergieverbrauch in Tabelle 4.1					0	0,0

¹ Angaben zum Anlagenbestand und zur mittleren Nennwärmeleistung aus Tabelle 3.7

² aktualisierte Angaben in Anlehnung an das LfU-Vorhaben (Greiselis-Bailer und Kemper, 2006)

³ Resthölzer setzen sich aus naturbelassenem Holz und Holzwerkstoffen zusammen

Tabelle 4.9: Gerätebezogene Endenergieverbräuche der installierten Feuerstätten für feste Brennstoffe im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland im Jahr 2005 unterteilt nach Festbrennstoffen

Feuerstätten für feste Brennstoffe im Bereich GHD in Deutschland (2005)	Leistungs- bereich [kW]	EEV [TJ]	davon ¹							
			Steinkohlen		naturbel. Holz ²		Holzwerkstoffe		Holzbrennstoffe	
			[TJ]	[%]	[TJ]	[%]	[TJ]	[%]	[TJ]	[%]
Heizkessel handbeschickt	4 - 25	190	28	4,9	162	1,0	-	-	162	0,8
	> 25 - 50	1.027	153	26,6	874	5,4	-	-	874	4,6
	> 50	709	106	18,4	603	3,7	-	-	603	3,1
Heizkessel für Pellets	4 - 25	24	-	-	24	0,1	-	-	24	0,1
	> 25 - 50	34	-	-	34	0,2	-	-	34	0,2
	> 50	56	-	-	56	0,3	-	-	56	0,3
Heizkessel für Hackschnitzel ³	4 - 25	32	-	-	32	0,2	-	-	32	0,2
	> 25 - 50	1.025	-	-	1.025	6,3	-	-	1025	5,3
	> 50	256	-	-	256	1,6	-	-	256	1,3
Dauerbrandöfen	< 15	294	289	50,1	6	0,0			6	0,0
Kachelöfen (mit Heizeinsatz oder als Grundofen)	< 15	1.934	-	-	1.934	11,9	-	-	1934	10,1
Kaminöfen	< 15	497	-	-	497	3,1	-	-	497	2,6
Pelletöfen	< 15	17	-	-	17	0,1	-	-	17	0,1
Kamine (mit offenem oder ge- schlossenem Feuerraum)	< 15	153	-	-	153	0,9	-	-	153	0,8
Badeöfen	< 15	22	-	-	22	0,1	-	-	22	0,1
Herde (und Heizungsherde)	< 15	393	-	-	393	2,4	-	-	393	2,1
<i>Zwischensumme</i>	= 4	6.662	576	100,0	6.086	37,4	-	-	6.086	31,8
gewerbliche Holzfeuerungen (Resthölzer ⁴)										
Heizkessel - handbesch.	= 50	6.349	-	-	4.952	30,4	1.397	48,6	6.349	33,1
Unterschubfeuerungen	= 50	1.985	-	-	1.549	9,5	437	15,2	1.985	10,4
Vorofenfeuerungen	= 50	2.004	-	-	1.563	9,6	441	15,3	2.004	10,5
Einblasfeuerungen	= 50	2.738	-	-	2.135	13,1	602	20,9	2.738	14,3
<i>Zwischensumme</i>	= 50	13.076	-	-	10.199	62,6	2.877	100,0	13.076	68,2
Summe	= 4	19.738	576	100,0	16.285	100,0	2.877	100,0	19.162	100,0
Abweichung zu Tabelle 4.1			0	0,0	0	0,0	-	-	-	-

¹ bei Kohlenbrennstoffen einschließlich Importen

² einschließlich Holzpellets

³ Heizkessel in Heizzentralen und kleinen Nahwärmenetzen

⁴ Resthölzer setzen sich aus naturbelassenem Holz und Holzwerkstoffen zusammen

5 Ermittlung der Emissionsfaktoren

In diesem Kapitel wird die Vorgehensweise zur Ermittlung der Emissionsfaktoren beschrieben. Ausgangspunkt für die Berechnung der Emissionsfaktoren bilden Emissionsangaben, die aus der Literatur entnommen wurden. Aus den Emissionsangaben werden unter Berücksichtigung der Betriebsweise der Feuerung und der Altersstufe die gerätespezifischen Emissionsfaktoren für die unterschiedlichen Feuerungsbauarten und Leistungsbereiche ermittelt. Die Emissionsfaktoren werden für Deutschland strukturiert nach Brennstoffen und Abgasbestandteilen angegeben.

Aus den gerätebezogenen Emissionsfaktoren werden für die betrachteten Brennstoffe in Verbindung mit dem anteiligen Endenergieverbrauch sektorale Emissionsfaktoren für die Bereiche Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen berechnet.

Bild 5.1 zeigt schematisch die Vorgehensweise zur Ermittlung der gerätespezifischen und sektoralen Emissionsfaktoren.

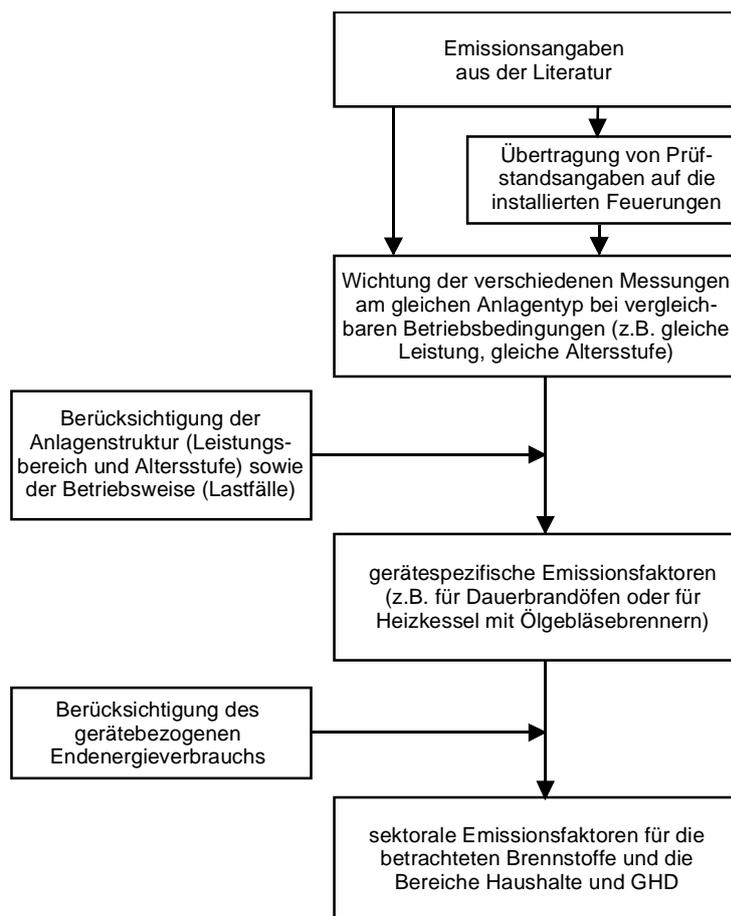


Bild 5.1: Vorgehensweise zur Ermittlung der Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren der Partikelfraktionen $PM_{2,5}$ und PM_{10} werden entsprechend der Vorgehensweise im Feinstaub-Vorhaben (Struschka et al., 2003) aus den Emissionsfaktoren für Partikel (Gesamtstaub) anhand der aus der Literatur entnommenen geräte- und brennstoff-spezifischen Größenverteilungen der Partikel berechnet.

5.1 Differenzierung der Emissionsfaktoren

Emissionsfaktoren werden für die in den Bereichen Haushalte und GHD eingesetzten Brennstoffe Heizöl EL, Erdgase (einschließlich Flüssiggas), Braunkohlenbriketts, Steinkohlen (verfügbare Emissionsangaben umfassen meist nur Anthrazit), Steinkohlenkoks, Steinkohlenbriketts, naturbelassenes Holz und Resthölzer (Produktionsreste von naturbelassenem Holz und von Holzwerkstoffen) ermittelt. Bei Braunkohlenbriketts wird unterschieden zwischen Briketts aus dem Rheinischen und Lausitzer Revier. Hinsichtlich der Emissionsfaktoren für Partikel wird bei den Braunkohlenbriketts zudem auch noch nach Importen (Böhmische Braunkohlenbriketts) unterschieden.

Bei den für Deutschland erstellten Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV (Fassung von 2003) wird zwischen den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (einschließlich Militär) unterschieden.

Die Strukturierung der Emissionsfaktoren bezüglich der Feuerungsbauarten orientiert sich für jeden Brennstoff an der üblicherweise eingesetzten und in großer Anzahl im Bestand vorhandenen Gerätetechnik. Bei der Abgrenzung der Gerätebauarten gegeneinander wurde für Öl- und Gasfeuerungen auf die Bezeichnungen des ZIV zurückgegriffen. Bei Feuerstätten für feste Brennstoffe wurden die Bezeichnungen in Anlehnung an die zutreffenden DIN EN-Normen festgelegt. Die Strukturierung der Emissionsfaktoren entspricht in ihrem Differenzierungsgrad der Bestandsstruktur der installierten Feuerungsanlagen (siehe Kapitel 3) und der Struktur des gerätebezogenen Endenergieverbrauchs (siehe Kapitel 4).

Die Differenzierung für Öl- und Gasfeuerungen sowie für Feuerungen für feste Brennstoffe nach Gerätebauarten und den Bereichen Haushalte und GHD ist in **Tabelle 5.1** dargestellt.

Die Berechnung der Emissionsfaktoren für feste Brennstoffe im Bereich der Haushalte basiert auf Emissionsangaben für handbeschickte Feuerungen, in denen Stein- und Braunkohlenbrennstoffe sowie naturbelassenes Holz verbrannt wurden, wie auch für mechanisch beschickte Feuerungen, in denen Holzpellets verbrannt wurden. Der Einsatz von Holzbriketts in den hierfür geeigneten Feuerungsanlagen kann aufgrund der Datenlage nicht separat betrachtet werden, da weder ausreichende Angaben zum Brennstoffverbrauch (insgesamt und gerätespezifisch) noch zum Emissionsverhalten der Feuerungen vorliegen.

Tabelle 5.1: Differenzierung der Emissionsfaktoren

Brennstoff	Bezeichnung der Feuerstätte	Leistungs- bereiche in kW
Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen		
Heizöl EL	Ölöfen mit Verdampfungsbrennern (Raumheizer und Heizeinsätze für Kachelöfen)	≥ 4
	Heizkessel mit Ölgebläsebrennern	4 - 25 > 25 - 50 > 50
	Ölbrennwertgeräte	≥ 4
Brenngase (Erdgase H und L sowie Flüssiggas)	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	4 - 25 > 25 - 50 > 50
	Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25 > 25 - 50 > 50
	Kombiwasserheizer	≥ 4
	Durchlaufwasserheizer	≥ 4
	Vorratswasserheizer	≥ 4
	Raumheizer (einschließlich Gas-Heizeinsätze und Gaskamine)	≥ 4
	Brennwertgeräte	≥ 4
Kohlenbrennstoffe und naturbelassenes Holz	Heizkessel - handbeschickt	4 - 25 > 25 - 50 > 50
	Dauerbrandöfen	< 15
	Kachelöfen (mit Heizeinsatz oder als Grundofen)	< 15
	Kaminöfen	< 15
	Kamine (mit offenem oder geschlossenem Feuerraum)	< 15
	Badeöfen	< 15
Naturbelassenes Holz (Pellets)	Heizkessel für Pellets	4 - 25 > 25 - 50 > 50
	Pelletöfen	< 15
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen		
Naturbelassenes Holz (Hackschnitzel)	Heizkessel für Hackschnitzel	4 - 25 > 25 - 50 > 50
Resthölzer (Produktionsreste von naturbelassenem Holz und Holzwerkstoffen)	Heizkessel - handbeschickt	> 50
	Unterschubfeuerungen	> 50
	Vorofenfeuerungen	> 50
	Einblasfeuerungen	> 50

Im Jahr 2005 waren mechanisch beschickte Holzfeuerungen in den Haushalten nur in einer vergleichsweise geringen Zahl in Gebrauch (siehe auch Kapitel 3.1). Der anteilige Endenergieverbrauch dieser kontinuierlich beschickten Holzfeuerungen am gesamten Holzverbrauch im Bereich der Haushalte ist mit rd. 2 % nahezu unbedeutend. Für die im Bereich der Haus-

halte installierten und mit naturbelassenem Holz betriebenen Feuerstätten wird der Emissionsfaktor somit im Wesentlichen durch die gerätebezogenen Emissionsfaktoren der handbeschickten Feuerstätten bestimmt.

Im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen wird bei Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe zwischen dem Einsatz von naturbelassenem Holz in der Verbrauchergruppe Landwirtschaft und Gartenbau und dem Einsatz von Resthölzern in gewerblichen Holzfeuerungen unterschieden. Resthölzer in Form von Holzwerkstoffen dürfen nur in Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von mindestens 50 kW und nur in Betrieben der Holzbearbeitung oder -verarbeitung eingesetzt werden (1. BImSchV, 2003), was bei der Differenzierung der Emissionsfaktoren für den GHD-Sektor vorausgesetzt wurde. Es wurde weiterhin unterstellt, dass die verfeuerten Brennstoffe bestimmungsgemäß und nur in den nach Herstellerangaben geeigneten Feuerungen eingesetzt werden.

5.2 Berechnung der Emissionsfaktoren

Bei den aus der Literatur übernommenen Emissionsangaben wurde zwischen Messungen am Prüfstand und an installierten Feuerungen unterschieden. Da Prüfstandsuntersuchungen unter definierten Randbedingungen durchgeführt werden, sind die hierbei erhaltenen Emissionswerte nicht ohne weiteres mit Emissionswerten aus Untersuchungen an installierten Feuerungsanlagen vergleichbar. Um für die Berechnung der Emissionsfaktoren eine gemeinsame Basis zu schaffen, wurden die Emissionsangaben aus Prüfstandsmessungen mit Hilfe eines Übertragungsfaktors auf die Verhältnisse von installierten Feuerungen transformiert. Die Höhe des Übertragungsfaktors wurde individuell für die jeweilige Abgaskomponente in Abhängigkeit vom Brennstoff und der Feuerung festgelegt (siehe auch Pfeiffer et al., 2000).

Erstmalig wurden bei der Berechnung der Emissionsfaktoren auch die Start/Stoppemissionen bei Gasfeuerungen näherungsweise berücksichtigt. Eine exakte Berechnung der Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung der instationären Betriebszustände kann aufgrund der schmalen Datenbasis nicht vorgenommen werden. Deshalb wurden in Anlehnung an eigene Untersuchungen zum Start-/Stopp-Verhalten von Gasfeuerungen (Struschka et al., 2000) diese Betriebszustände durch einen erhöhten Übertragungsfaktor (1,7 statt 1,5) wenigstens zum Teil in die Berechnung mit einbezogen. Diese Anpassung wurde für die Komponenten CO, VOC, CH₄ für alle Geräte mit atm. Gasbrennern (außer Brennwertgeräte) vorgenommen.

Das Emissionsverhalten der Feuerungen (im realen Betrieb) wird außer vom eingesetzten Brennstoff und der Bauart der Feuerungsanlage auch von deren Betriebsweise beeinflusst. Die Betriebsweise der Feuerung wird in dieser Arbeit durch die Wärmeleistung charakterisiert. Unterschieden werden die Wärmeleistungsbereiche (bezeichnet als Lastfälle oder Laststufen) Teillast und Nennlast. Im Bereich der Feuerstätten für feste Brennstoffe wurde auf eine weitere Differenzierung der Wärmeleistungsbereiche Schwachlast und Gluthaltebe-

trieb aufgrund der oft unscharfen Trennung in Emissionsuntersuchungen zum Teillastbereich verzichtet. Stattdessen wurden diese Lastfälle dem Teillastbereich zugeordnet.

Da von vielen Feuerungsanlagen auch Emissionswerte für die unterschiedlichen Lastfälle vorliegen, müssen diese auf eine geeignete Art und Weise zu einem Emissionsfaktor zusammengefasst werden. Dies geschieht über eine Wichtung der Emissionswerte mit Hilfe der jährlich eingesetzten Brennstoffmenge in einem Lastfall. Dieser anteilige prozentuale Brennstoffeinsatz errechnet sich aus der verfeuerten Brennstoffmenge in einem Lastfall im Verhältnis zur gesamten verfeuerten Brennstoffmenge des Heizgerätes (zur Berechnung der gerätespezifischen Endenergieverbräuche siehe Kapitel 4.2).

Der berechnete Emissionsfaktor unter Berücksichtigung der Betriebsweise ergibt sich unter Verwendung des anteiligen lastabhängigen Brennstoffeinsatzes aus der Summe der gewichteten Emissionsfaktoren für jeden Lastfall. Die gleiche Vorgehensweise gilt auch für die Altersstruktur der installierten Feuerungsanlagen (Kapitel 3), die ebenfalls zur Berechnung der Emissionsfaktoren herangezogen wurde. Der Rechenvorgang ist ausführlich im Emissionsfaktoren-Vorhaben (Pfeiffer et al., 2000) beschrieben und im Detail nochmals in **Bild 5.2** dargestellt. Die lastabhängigen Brennstoffeinsätze sind in den **Tabellen 5.2 bis 5.4** aufgeführt.

Die Brennstoffeinsätze für die unterschiedlichen Lastfälle bei den Ölfeuerungen wurden unverändert aus Struschka et al. (2003) übernommen und für Ölbrennwertgeräte ergänzt. Die Altersstruktur wurde für die Ölöfen mit Verdampfungsbrennern entsprechend den Kehrbezirksdaten 2006/2007 und für die Heizkessel mit Ölgebläsebrennern entsprechend den Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks für 2005 (ZIV, 2006) angepasst. Die Altersstruktur der Ölbrennwertgeräte wurde entsprechend den Angaben des Instituts für wirtschaftliche Ölheizung e.V. (IWO, 2007) ermittelt (siehe auch Kapitel 3).

Die lastabhängigen Brennstoffeinsätze bei den Gasfeuerstätten wurden aus Pfeiffer et al. (2000) übernommen und für die Heizkessel und Brennwertgeräte angepasst. Die Altersstruktur der Heizkessel wurde entsprechend den Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks für 2005 (ZIV, 2006) angepasst. Die Altersstruktur der übrigen Gasfeuerstätten wurde anhand der Kehrbezirksdaten 2006/2007 ermittelt (siehe auch Kapitel 3).

Die lastabhängigen Brennstoffeinsätze bei den Feuerstätten für feste Brennstoffe basieren auf den Angaben von Struschka et al. (2003) und wurden für die gewerblichen Holzfeuerungen angepasst. Die bisherigen Anteile für die Wärmeleistungsbereiche Schwachlast und Gluthalbetrieb wurden den entsprechenden Teillastbereichen zugerechnet. Ergänzt wurden diese Angaben durch die lastabhängigen Brennstoffeinsätze im Bereich der Pellet- und Hackschnitzelfeuerungen. Die Altersstruktur der Feuerstätten für feste Brennstoffe wurde im Wesentlichen anhand der Kehrbezirksdaten 2006/2007 ermittelt und nur für Pelletkessel anhand den Angaben des Deutschen Energie-Pellet-Verbands e.V. (DEPV, 2007) angepasst (siehe auch Kapitel 3).

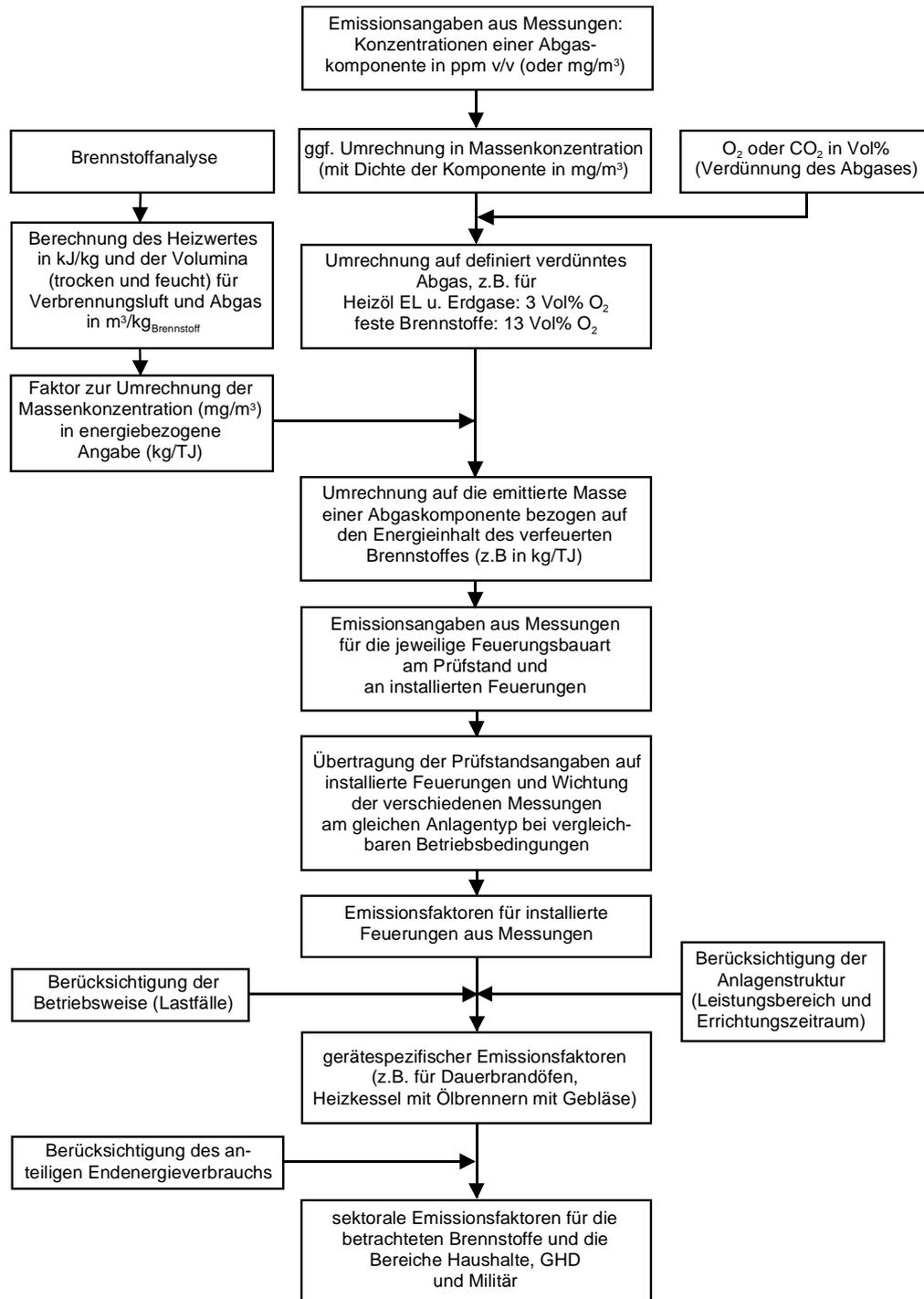


Bild 5.2: Rechengang zur Ermittlung der Emissionsfaktoren

Ermittlung der Emissionsfaktoren

Tabelle 5.2: Anteiliger lastabhängiger Brennstoffeinsatz zur Berücksichtigung der Betriebsweise bei der Berechnung der Emissionsfaktoren für Ölfeuerungen in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Anteiliger lastabhängiger Brennstoffeinsatz für Ölfeuerungen in Deutschland (2005)	Altersstufe	Leistungsbereich [kW]	Lastfall	anteiliger Brennstoffeinsatz [%]
Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen				
Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	bis 1988/89	≥ 4	Teillast Nennlast	70 30
	ab 1990	≥ 4	Teillast Nennlast	60 40
Ölbrennwertgeräte	alle	≥ 4	Teillast Nennlast	10 90
Haushalte				
Heizkessel mit Ölgebläsebrennern	bis 1988/89	4 - 25	Teillast	0
		> 25 - 50	Nennlast	100
		> 50	Teillast Nennlast	10 90
	ab 1990	4 - 25	Teillast Nennlast	0 100
		> 25 - 50	Teillast Nennlast	2 98
		> 50	Teillast Nennlast	51 49
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen				
Heizkessel mit Ölgebläsebrennern	alle	4 - 25 > 25 - 50 > 50	Teillast Nennlast	2 98

Tabelle 5.3: Anteiliger lastabhängiger Brennstoffeinsatz zur Berücksichtigung der Betriebsweise bei der Berechnung der Emissionsfaktoren für Gasfeuerungen in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Anteiliger lastabhängiger Brennstoffeinsatz für Gasfeuerungen in Deutschland (2005)	Altersstufe	Leistungsbereich [kW]	Lastfall	anteiliger Brennstoffeinsatz [%]
Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen				
Heizkessel mit Gasbrennern mit Gebläse	bis 1988/89	4 - 25 > 25 - 50 > 50	Teillast Nennlast	0 100
	ab 1990	4 - 25 > 25 - 50 > 50	Teillast Nennlast	60 40
Heizkessel mit Gasbrennern ohne Gebläse	bis 1988/89	4 - 25 > 25 - 50 > 50	Teillast Nennlast	0 100
	ab 1990	4 - 25 > 25 - 50 > 50	Teillast Nennlast	60 40
Kombiwasserheizer	bis 1988/89	≥ 4	Teillast Nennlast	0 100
	ab 1990	≥ 4	Teillast Nennlast	60 40
Durchlaufwasserheizer	alle	≥ 4	Teillast Nennlast	0 100
Vorratswasserheizer	alle	≥ 4	Teillast Nennlast	0 100
Raumheizer ¹	alle	≥ 4	Teillast Nennlast	0 100
Brennwertgeräte	alle	≥ 4	Teillast Nennlast	60 40

¹ Raumheizer beinhalten auch die Gas-Heizeinsätze und Gas-Kamine, die einen Anteil von wenigen Prozent ausmachen und damit nur eine geringe Bedeutung haben

Tabelle 5.4: Anteiliger lastabhängiger Brennstoffeinsatz zur Berücksichtigung der Betriebsweise bei der Berechnung der Emissionsfaktoren für Feuerstätten für feste Brennstoffe in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Anteiliger lastabhängiger Brennstoffeinsatz für Feuerstätten für feste Brennstoffe in Deutschland (2005)	Altersstufe	Leistungsbereich [kW]	Lastfall	anteiliger Brennstoffeinsatz [%]	
Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen					
Heizkessel - handbeschickt für Holz- und Kohlenbrennstoffe, inkl. gewerbliche Heizkessel	alle	4 - 25	Teillast Nennlast	64	36
		> 25 - 50 > 50		36	64
Heizkessel für Pellets	alle	4 - 25	Teillast Nennlast	-	36
		> 25 - 50 > 50		-	64
Heizkessel für Hackschnitzel	alle	4 - 25	Teillast Nennlast	-	36
		> 25 - 50 > 50		-	64
Dauerbrandöfen	bis 1988/89	< 15	Teillast Nennlast	60	60
	ab 1990	< 15		40	40
Kachelöfen (mit Heizeinsatz od. als Grundöfen)	alle	< 15	Teillast Nennlast	60	60
				40	40
Kaminöfen	alle	< 15	Teillast Nennlast	42	42
				58	58
Pelletöfen	alle	< 15	Teillast Nennlast	-	42
				-	58
Kamine (mit offenem oder geschlossenem Feuerraum)	alle	< 15	Teillast Nennlast	42	42
				58	58
Badeöfen	alle	< 15	Teillast Nennlast	-	-
				100	100
Herde	alle	< 15	Teillast Nennlast	30	30
				70	70
gewerbliche Holzfeuerungen					
Heizkessel - handbeschickt	alle	> 50	Teillast Nennlast	Resthölzer	73
					27
Einblasfeuerungen	alle	> 50	Teillast Nennlast		73
					27
Unterschubfeuerungen	alle	> 50	Teillast Nennlast	73	
				27	
Vorofenfeuerungen	alle	> 50	Teillast Nennlast	73	
				27	

5.3 Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (einschließlich Militär)

In den folgenden **Tabellen 5.5a und b** sind die sektoralen Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte und GHD (einschließlich Militär) strukturiert nach luftverunreinigenden Komponenten und Brennstoffen dargestellt.

Die Emissionsfaktoren für Braunkohlenbriketts sind aufgrund der Unterschiede bei einigen Komponenten getrennt für die Rheinland und Lausitz aufgeführt. Außerdem wurden die Partikelemissionen der Böhmisches Braunkohlebriketts (überwiegender Anteil der Importe) weiterhin separat aufgelistet, da bei der Verbrennung dieser Brikettqualität, im Vergleich zu z.B. Briketts aus dem Lausitzer Revier, meist wesentlich höhere Partikelkonzentrationen gemessen werden (Pfeiffer et al., 2000).

Die in den folgenden Tabellen angegebenen Emissionsfaktoren für PCDD/F entsprechen Toxizitätsäquivalente nach der Berechnungsmethode von NATO/CCMS.

Die Ableitung von Emissionsfaktoren für die Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAH) ist etwas problematisch. Aufgrund der eingesetzten Analysemethoden zur Bestimmung dieser Verbindungen in Emissionsproben als auch durch die teilweise unterschiedlichen Zielsetzungen der durchgeführten Untersuchungen verschiedener Arbeitsgruppen wurde in der Regel nicht die gleichen Einzelverbindungen bestimmt. Dies betrifft vor allem Forschungsarbeiten im Zeitraum vor ca. 1990. In neuerer Zeit setzt sich eher einheitlich die Bestimmung der von der EPA (U.S. Environmental Protection Agency) vorgeschlagenen 16 PAH's durch. Etwas problematisch kann hierbei die Bestimmung des vergleichsweise leichtflüchtigen Naphthalins sein. Um die Emissionsangaben der emittierten PAH's aus der Literatur und aus den eigenen Messungen auf eine vergleichbare Basis zu stellen, wurden jeweils nur folgende 8 kanzerogene PAH's aus der EPA-Empfehlung berücksichtigt.

Anthracen	ANC	Chrysen (+Triphenylen)	CHR (+TRI)
Benzo(a)pyren	BaP	Dibenz(a,h)anthracen	DBahA
Benz(a)anthracen	BaA	Benzo(b+j+k)fluoranthene	BbjkF
Indeno(1,2,3-cd)pyren	INP	Benzo(ghi)perylen	BghiP

Die Summe dieser 8 Einzelverbindungen ergeben den in den folgenden Tabellen aufgeführten PAH-Emissionsfaktor. Größenordnungsmäßig kann man davon ausgehen, dass die Summe der 8 hier herangezogenen kanzerogenen PAH ca. 10 - 30% der Summe aller 16 PAH's der EPA-Empfehlung ausmacht (siehe auch Pfeiffer et al., 2000).

Ermittlung der Emissionsfaktoren

Tabelle 5.5a: Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Militär in Deutschland im Bezugsjahr 2005

Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in Deutschland im Bezugsjahr 2005

Haushalte	CO ₂ kg/TJ	CO kg/TJ	NO _x kg/TJ	SO ₂ kg/TJ	VOC kg/TJ	CH ₄ kg/TJ	NMVOC kg/TJ	Partikel kg/TJ	PCDD/F kg/TJ	PAH kg/TJ	Benzol kg/TJ
Heizöl EL	73.344	15	42	59	1,7	0,046	1,7	0,87	0,0022	0,0012	0,014
Brenngase	55.796	15	22	0,50	2,4	2,3	0,67	0,030	0,0021		0,00025
Steinkohlen	95.930	3.386	63	375	161	129	65	18	0,021	0,057	
Steinkohlenkoks	106.167	6.768	41	450	25	13	15	16	0,046	0,100	
Steinkohlenbriketts	95.457	4.875	50	563	460	368	184	265	0,020	0,492	
Braunkohlenbriketts	97.010	2.359	87	96	200	55	165	92	0,025	0,090	1,1
<i>Rheinische BKB</i>	97.010	2.280	85	70	157	60	112	75	0,026	0,36	
<i>Lausitzer BKB</i>	97.010	2.435	89	121	241	51	215	51	0,024	0,035	1,1
<i>Böhmische BKB (Importe)</i>								336			
Holzbrennstoffe	102.108	2.932	73	7,6	230	100	155	105	0,045	0,60	7,9

GHD	CO ₂ kg/TJ	CO kg/TJ	NO _x kg/TJ	SO ₂ kg/TJ	VOC kg/TJ	CH ₄ kg/TJ	NMVOC kg/TJ	Partikel kg/TJ	PCDD/F kg/TJ	PAH kg/TJ	Benzol kg/TJ
Heizöl EL	73.344	12	44	60	2,6	0,026	2,6	1,3	0,0027	0,00021	0,018
Brenngase	55.796	11	27	0,50	0,52	0,16	0,36	0,030	0,0016		0,00015
Steinkohlen	95.930	2.709	76	332	124	100	48	18	0,016	0,057	
Steinkohlenkoks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steinkohlenbriketts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Braunkohlenbriketts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Holzbrennstoffe	101.605	2.228	88	8,4	141	56	99	74	0,36	0,43	4,6
<i>Resthölzer</i>	101.371	2.202	93	9,3	125	50	88	68	0,50	0,17	3,3
<i>übrige Holzbrennstoffe</i>	102.108	2.285	79	6,5	175	70	122	84	0,03	0,51	5,5

Militär	CO ₂ kg/TJ	CO kg/TJ	NO _x kg/TJ	SO ₂ kg/TJ	VOC kg/TJ	CH ₄ kg/TJ	NMVOC kg/TJ	Partikel kg/TJ	PCDD/F kg/TJ	PAH kg/TJ	Benzol kg/TJ
Heizöl EL	73.344	14	46	77	2,8	0,017	2,8	1,8	0,0028	0,00014	0,019
Brenngase	55.796	10	25	0,50	0,38	0,042	0,34	0,030	0,0017		0,00008
Steinkohlen	95.930	438	108	403	2,5	2,0	1,0	278	0,0045		
Steinkohlenkoks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steinkohlenbriketts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Braunkohlenbriketts	95.954	4.922	86	229	391	242	332	53	0,013		
Holzbrennstoffe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

leeres Feld aufgrund fehlender Angaben von gerätebezogenen Emissionsfaktoren bzw. vom anteiligen Endenergieverbrauch konnten keine Emissionsfaktoren ermittelt werden
- Brennstoff wird nicht eingesetzt
BKB Braunkohlenbriketts
NO_x als NO₂ angegeben
VOC als C angegeben
NMVOC als C angegeben

Tabelle 5.5b: Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Militär in Deutschland im Bezugsjahr 2005 (Fortsetzung)

Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in Deutschland im Bezugsjahr 2005

Haushalte	N ₂ O kg/TJ	HCl kg/TJ	As kg/TJ	Cd kg/TJ	Cr kg/TJ	Cu kg/TJ	Hg kg/TJ	Ni kg/TJ	Pb kg/TJ	V kg/TJ	Zn kg/TJ
Heizöl EL	0,55										
Brenngase	0,25						0,06				
Steinkohlen	11	9	3,2	4,0			3,6		230	7	
Steinkohlenkoks	0,82	23	4,4	1,4			3,6		120	6,0	
Steinkohlenbriketts	9,7	26	4,1	11			3,6		215	6,0	
Braunkohlenbriketts	5,2	3,7	3,2	0,37	5,3	0,48	2,3	5,8	8,8	2,8	6,4
<i>Rheinische BKB</i>	4,1	3,4	7,6	0,41	15	0,90	2,3	8,9	4,1	2,8	2,3
<i>Lausitzer BKB</i>	6,3	4,2	0,71	0,35	0,74	0,29	2,3	4,3	11		8,4
<i>Böhmische BKB (Importe)</i>											
Holzbrennstoffe	1,5	0,38	0,19	2,1	11	9,3	0,56	1,5	15	0,031	233
GHD	N ₂ O kg/TJ	HCl kg/TJ	As kg/TJ	Cd kg/TJ	Cr kg/TJ	Cu kg/TJ	Hg kg/TJ	Ni kg/TJ	Pb kg/TJ	V kg/TJ	Zn kg/TJ
Heizöl EL	0,56										
Brenngase	0,33						0,06				
Steinkohlen	10	9	3,2	4,0			3,6		230	7	
Steinkohlenkoks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steinkohlenbriketts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Braunkohlenbriketts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Holzbrennstoffe	1,1	5,95	2,79	2,6	25	24,0	0,56	1,1	126	3,486	389
<i>Resthölzer</i>	0,1	9,01	8,29	3,9	38	32,0	0,56	0,8	361	6,412	586
<i>übrige Holzbrennstoffe</i>	1,5	0,64	0,24	2,1	17	21,0	0,56	1,3	18	0,833	329
Militär	N ₂ O kg/TJ	HCl kg/TJ	As kg/TJ	Cd kg/TJ	Cr kg/TJ	Cu kg/TJ	Hg kg/TJ	Ni kg/TJ	Pb kg/TJ	V kg/TJ	Zn kg/TJ
Heizöl EL	0,56										
Brenngase	0,29						0,06				
Steinkohlen	4,8	17	7,2	4,0	2,3	3,1	3,6		230	11	11
Steinkohlenkoks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steinkohlenbriketts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Braunkohlenbriketts	0,37						2,3			2,5	
Holzbrennstoffe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
leeres Feld	aufgrund fehlender Angaben von gerätebezogenen Emissionsfaktoren bzw. vom anteiligen Endenergieverbrauch konnten keine Emissionsfaktoren ermittelt werden										
-	Brennstoff wird nicht eingesetzt										
BKB	Braunkohlenbriketts										

5.4 Emissionsfaktoren für die Partikelfraktionen PM_x

Die Emissionsfaktoren der Partikelfraktionen PM₁, PM_{2,5} und PM₁₀ werden entsprechend Struschka et al. (2003) aus den Emissionsfaktoren für Partikel anhand von gemessenen bzw. aus der Literatur entnommenen geräte- und brennstoffspezifischen Größenverteilungen der Partikel berechnet. Für Gasfeuerungen liegen bisher keine Größenverteilungen der emittierten Partikel vor, weshalb diese hier nicht weiter betrachtet werden. Näherungsweise ist aber davon auszugehen, dass ähnliche Verhältnisse wie bei Heizöl EL vorliegen.

In **Tabelle 5.6** sind die zur Berechnung der Emissionsfaktoren verwendeten mittleren Anteile der Partikelfraktionen für die verschiedenen Brennstoffe zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 5.6: Zur Berechnung der Emissionsfaktoren herangezogene mittlere Anteile der Partikelfraktionen PM_x

Bereich	Feuerung	Brennstoff	Anteil der Fraktion in %		
			PM ₁	PM _{2,5}	PM ₁₀
Haushalte und GHD	Dauerbrandöfen Kachelöfen Kamine Kaminöfen Badeöfen Herde	Braunkohlebriketts	78	85	95
		naturbelassenes Holz	92	96	99
		Steinkohlen	78	85	95
		Steinkohlenkoks und Steinkohlenbriketts	72	86	95
		Pelletöfen	Holzpellets	93	95
	Heizkessel	Braunkohlenbriketts	78	85	95
		Stückholz	71	79	92
		Holz hackschnitzel	84	87	94
		Holzpellets	80	84	97
		Steinkohlen	78	85	95
		Steinkohlenkoks und Steinkohlenbriketts	72	86	95
GHD (gew. Holzfeuerungen)	Heizkessel handbeschickt	naturbelassenes Holz	71	79	92
	Einblasfeuerungen		77	88	97
	Unterschubfeuerungen				
	Vorofenfeuerungen				
	Heizkessel handbeschickt	Holzwerkstoffe	71	79	92
	Einblasfeuerungen		64	70	88
Unterschubfeuerungen					
Vorofenfeuerungen					
Haushalte und GHD	Ölöfen mit Verdampfungsbrennern Heizkessel mit Ölgebläsebrennern	Heizöl EL	85	100	100

In **Tabelle 5.7** sind die sektoralen Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte und GHD für die Partikelfraktionen PM₁, PM_{2,5} und PM₁₀ dargestellt.

Tabelle 5.7: Sektorale Emissionsfaktoren der Partikelfractionen PM_x für Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland im Jahr 2005

Partikelfraktion PM ₁	Emissionsfaktoren in kg/TJ für Deutschland im Jahr 2005			
	Haushalte	GHD	Militär	Gesamt
Heizöl EL	0,7	1,1	1,5	0,8
Steinkohlen	14	14	218	16
Steinkohlenkoks	12	-	-	12
Steinkohlenbriketts	190	-	-	190
Braunkohlenbriketts	72	-	42	72
<i>Rheinische</i>	59	-	-	59
<i>Lausitzer</i>	40	-	-	40
<i>Böhmische</i>	263	-	-	263
naturbelassenes Holz und Restholz	92	58	-	89

Partikelfraktion PM _{2,5}	Emissionsfaktoren in kg/TJ für Deutschland im Jahr 2005			
	Haushalte	GHD	Militär	Gesamt
Heizöl EL	0,9	1,3	1,8	1,0
Steinkohlen	16	16	236	18
Steinkohlenkoks	14	-	-	14
Steinkohlenbriketts	227	-	-	227
Braunkohlenbriketts	78	-	45	78
<i>Rheinische</i>	63	-	-	63
<i>Lausitzer</i>	43	-	-	43
<i>Böhmische</i>	285	-	-	285
naturbelassenes Holz und Restholz	97	63	-	94

Partikelfraktion PM ₁₀	Emissionsfaktoren in kg/TJ für Deutschland im Jahr 2005			
	Haushalte	GHD	Militär	Gesamt
Heizöl EL	0,9	1,3	1,8	1,0
Steinkohlen	18	18	264	20
Steinkohlenkoks	16	-	-	16
Steinkohlenbriketts	253	-	-	253
Braunkohlenbriketts	88	-	50	88
<i>Rheinische</i>	71	-	-	71
<i>Lausitzer</i>	48	-	-	48
<i>Böhmische</i>	319	-	-	319
naturbelassenes Holz und Restholz	102	70	-	99

leeres Feld keine Daten vorhanden
- Brennstoff wird nicht eingesetzt

6 Berechnung des Emissionsaufkommens

Die Berechnungsgrundlage für die Ermittlung des Emissionsaufkommens in den Sektoren Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Militär in Deutschland für das Jahr 2005 bilden die in Kapitel 4.2 ausgewiesenen gerätebezogenen Endenergieverbräuche sowie die ermittelten gerätebezogenen Emissionsfaktoren aus **Anhang A**. Die Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen sind für das gerätebezogene Emissionsaufkommen in **Anhang B** zusammengestellt. Aus dem gerätebezogenen Emissionsaufkommen wird dann durch Addition das sektorale Emissionsaufkommen für einen Brennstoff in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Militär berechnet.

Das berechnete Emissionsaufkommen der Bereiche Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Militär in Deutschland für das Jahr 2005 ist in **Tabelle 6.1** strukturiert nach luftverunreinigenden Komponenten sowie in **Tabelle 6.2** strukturiert nach den Partikelfraktionen PM_1 , $PM_{2,5}$ und PM_{10} aufgeführt. Die Berechnung der dargestellten Emissionsaufkommen erfolgte durch Addition der gerätebezogenen Emissionsaufkommen innerhalb eines Bereiches für jeden zu betrachtenden Energieträger.

Tabelle 6.1a: Emissionsaufkommen für Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Militär in Deutschland im Bezugsjahr 2005 (Basis: gerätebezogene Emissionsfaktoren und Endenergieverbrauch)

Energieträger	Bereiche	Emissionsaufkommen in Deutschland im Jahr 2005										
		CO ₂ [t]	CO [t]	NO _x [t]	SO ₂ [t]	VOC [t]	CH ₄ [t]	NMVOG [t]	Partikel [t]	PCDD/F [g]	PAH [t]	Benzol [t]
Heizöl EL	Haushalte	48.333.696	9.503	27.309	39.021	1.116	30	1.093	574	1,4	0,81	9,1
	GHD	18.251.915	3.003	10.836	14.816	654	6,5	649	324	0,66	0,051	4,5
	Militär	230.773	43	146	241	8,7	0,053	8,7	5,6	0,0089	0,00045	0,060
Brenngase	Haushalte	59.032.168	15.475	23.367	529	2.566	2.459	708	32	2,2		0,26
	GHD	27.855.479	5.562	13.593	250	260	77	180	15	0,79		0,075
	Militär	600.481	113	274	5,4	4,0	0,45	3,7	0,32	0,018		0,00090
Steinkohlen	Haushalte	1.822.670	64.328	1.198	7.119	3.066	2.453	1.226	351	0,40	0,86	
	GHD	55.284	1.561	44	191	71	58	28	11	0,0094	0,016	
	Militär	16.245	74	18	68	0,42	0,34	0,17	47	0,00076		
Steinkohlenkoks	Haushalte	637.002	40.608	249	2.702	149	79	89	99	0,27	0,60	
	GHD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Militär	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steinkohlenbriketts	Haushalte	286.371	14.626	151	1.690	1.380	1.104	552	796	0,061	1,5	
	GHD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Militär	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Braunkohlenbriketts	Haushalte	1.633.769	39.736	1.465	1.617	3.364	932	2.771	1.553	0,42	0,39	4,1
	GHD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Militär	4.886	251	4,4	12	20	12	17	2,7	0,00066		
Holzbrennstoffe	Haushalte	1.521	588.290	14.721	1.521	46.062	20.001	31.061	21.010	9	111	960
	GHD	160	42.694	1.693	160	2.701	1.081	1.890	1.216	7	3	37
	Militär	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe	Haushalte	111.747.197	772.567	68.459	54.199	57.703	27.058	37.501	24.415	14	116	974
	GHD	46.162.839	52.821	26.166	15.417	3.687	1.223	2.748	1.566	8,2	3,0	42
	Militär	852.385	480	443	326	33	13	29	56	0,028	0,00045	0,061
Summe	alle	158.762.420	825.868	95.068	69.942	61.423	28.295	40.278	26.037	22	119	1.015

leeres Feld aufgrund fehlender Angaben von gerätebezogenen Emissionsfaktoren bzw. vom anteiligen Endenergieverbrauch konnten keine Emissionsfaktoren ermittelt werden
 - Brennstoff wird nicht eingesetzt

Berechnung des Emissionsaufkommens

Tabelle 6.1b: Emissionsaufkommen für Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Militär in Deutschland im Bezugsjahr 2005 (Fortsetzung)

Energieträger	Bereiche	Emissionsaufkommen in Deutschland im Jahr 2005										
		N ₂ O [t]	HCl [kg]	As [kg]	Cd [kg]	Cr [kg]	Cu [kg]	Hg [kg]	Ni [kg]	Pb [kg]	V [kg]	Zn [kg]
Heizöl EL	Haushalte	357										
	GHD	139										
	Militär	1,8										
Brenngase	Haushalte	266						63				
	GHD	163						30				
	Militär	3,1						0,65				
Steinkohlen	Haushalte	218	163	62	76			68		4.370	140	
	GHD	5,6	5,0	1,9	2,3			2,1		133	4,3	
	Militär	0,82	2,8	1,2	0,68	0,39	0,52	0,61		39	1,8	1,8
Steinkohlenkoks	Haushalte	4,9	139	26	8,1			21		722	36	
	GHD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Militär	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steinkohlenbriketts	Haushalte	29	77	12	33			11		645	18	
	GHD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Militär	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Braunkohlenbriketts	Haushalte	88	27	34	3,8	52	4,8	39	57	89	23	62
	GHD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Militär	0,02						0,12			0,13	
Holzbrennstoffe	Haushalte	284	75	36	388	2.001	1.727	112	215	2.762	2	43.027
	GHD	6,2	96,9	17	17	222	175	11	6	794	15	2.580
	Militär	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe	Haushalte	1.247	481	170	509	2.053	1.732	314	272	8.588	219	43.088
	GHD	314	102	19	19	222	175	43	5,8	927	19	2.580
	Militär	5,7	2,8	1,2	0,68	0,39	0,52	1,37		39	1,9	1,8
Summe	alle	1.567	586	190	529	2.275	1.908	358	278	9.554	240	45.670

leeres Feld aufgrund fehlender Angaben von gerätebezogenen Emissionsfaktoren bzw. vom anteiligen Endenergieverbrauch konnten keine Emissionsfaktoren ermittelt werden
 - Brennstoff wird nicht eingesetzt

Tabelle 6.2: Emissionsaufkommen der Partikelfractionen PM_x für Feuerungsanlagen in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Militär in Deutschland im Bezugsjahr 2005 (Basis: gerätebezogene Emissionsfaktoren und Endenergieverbrauch)

Partikelfraktion PM ₁	Emissionsaufkommen in t für Deutschland im Jahr 2005			
	Haushalte	GHD	Militär	Gesamt
Heizöl EL	488	276	5	768
Steinkohlen	275	8	37	321
Steinkohlenkoks	71	-	-	71
Steinkohlenbriketts	570	-	-	570
Braunkohlenbriketts	1.218	-	2	1.220
<i>Rheinische</i>	429	-		429
<i>Lausitzer</i>	307	-		307
<i>Böhmische</i>	483	-		483
naturbelassenes Holz und Restholz	18.525	952	-	19.478

Partikelfraktion PM _{2,5}	Emissionsaufkommen in t für Deutschland im Jahr 2005			
	Haushalte	GHD	Militär	Gesamt
Heizöl EL	574	324	6	904
Steinkohlen	298	9	40	347
Steinkohlenkoks	85	-	-	85
Steinkohlenbriketts	682	-	-	682
Braunkohlenbriketts	1.317	-	2	1.320
<i>Rheinische</i>	464	-		464
<i>Lausitzer</i>	331	-		331
<i>Böhmische</i>	522	-		522
naturbelassenes Holz und Restholz	19.501	1.035	-	20.536

Partikelfraktion PM ₁₀	Emissionsaufkommen in t für Deutschland im Jahr 2005			
	Haushalte	GHD	Militär	Gesamt
Heizöl EL	574	324	6	904
Steinkohlen	334	10	45	389
Steinkohlenkoks	94	-	-	94
Steinkohlenbriketts	758	-	-	758
Braunkohlenbriketts	1.476	-	3	1.479
<i>Rheinische</i>	520	-		520
<i>Lausitzer</i>	372	-		372
<i>Böhmische</i>	585	-		585
naturbelassenes Holz und Restholz	20.518	1.152	-	21.670

leeres Feld keine Daten vorhanden
 - Brennstoff wird nicht eingesetzt

7 Prognose der Emissionsentwicklung

In diesem Kapitel werden zwei Szenarien einer möglichen Emissionsentwicklung in den Bereichen Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Militär bis zum Jahr 2020 vorgestellt. Ausgangspunkt der Szenarien ist das ermittelte Emissionsaufkommen im Jahr 2005. Der betrachtete Zeitraum für die Prognose erstreckt sich somit über 15 Jahre.

In einer ersten Prognose (Szenario 1) wird die Emissionsentwicklung bei veränderten Endenergieverbräuchen der Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Militär abgeschätzt. In einem zweiten Emissionsszenario (Szenario 2) werden zusätzlich zur Änderung des Endenergieverbrauchs auch die sektoralen Emissionsfaktoren bis zum Jahr 2020 fortgeschrieben. Dies geschieht an Hand einer pauschalierten Abschätzung der Emissionsfaktoren im Betrachtungszeitraum. Im folgenden werden die Grundlagen und verwendeten Annahmen der Emissionsszenarien näher erläutert.

7.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis zum Jahr 2020

Eine mögliche Entwicklung des Endenergieverbrauchs in den Bereichen Haushalte sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und des Militärs bis in das Jahr 2020 wurde in der Studie „Energierferenzszenario 2000-2020 für Emissionsberechnungen des Umweltbundesamtes“ (UBA, 2005) aus dem Jahr 2005 abgeschätzt. Ergänzt wurde die Studie mit Annahmen zum zukünftigen Entwicklung des Holzverbrauchs in Haushalten (UBA, 2007). Bei der Kopplung beider Annahmen wurde davon ausgegangen, dass sich der Gesamtenergieverbrauch entsprechend dem Energierferenzszenario entwickelt. D.h. ein Anstieg des Holzenergieverbrauchs wird durch einen entsprechenden Rückgang bei den Öl- und Gasverbräuchen kompensiert.

Grundlage für die Abschätzung der zukünftigen Entwicklung des Energieeinsatzes im Rahmen dieser Arbeit bilden die in Kapitel 4 ermittelten Zahlen zum Endenergieverbrauch der Sektoren Haushalte, GHD sowie Militär für das Jahr 2005. Die zukünftige Entwicklung des Endenergieverbrauchs wird aus dem prognostizierten Endenergieverbrauch der UBA-Zahlen anhand der prozentualen Änderungen der Verbräuche zwischen 2005 und 2020 abgeleitet. In der UBA-Studie nicht vollständig erfasste Brennstoffe beim Militär (Steinkohlen und Braunkohlenbriketts) werden, entsprechend der Verbrauchsentwicklung für Steinkohlen im Sektor GHD, abgeschätzt.

In **Tabelle 7.1** ist die berechnete Entwicklung des Endenergieverbrauchs für die Verbraucherbereiche Haushalte, GHD und Militär im Prognosezeitraum 2005 - 2020 aufgelistet.

Tabelle 7.1: Prognose des Endenergieverbrauchs der Haushalte (HH) und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) sowie Militär in Deutschland von 2005 bis 2020

Endenergieverbrauch (Prognose)	Endenergieverbrauch in TJ in den Jahren 2000 bis 2020			
	Haushalte, GHD und Militär in Deutschland			
	2005	2010	2015	2020
Heizöl EL	911.000	992.136	938.414	885.704
Brenngase	1.568.000	1.636.691	1.646.304	1.654.893
Steinkohlen	19.746	7.247	4.528	1.809
Steinkohlenkoks	6.000	2.183	1.364	546
Steinkohlenbriketts	3.000	1.091	683	273
Braunkohlenbriketts	16.892	6.151	3.844	1.537
Holzbrennstoffe	219.808	231.639	260.446	289.253
Summe	2.744.446	2.877.138	2.855.583	2.834.015

In der Prognose wird von 2005 bis 2010 mit einer Zunahme des Endenergieverbrauchs von knapp 5 % gerechnet, danach nimmt der prognostizierte Energieverbrauch kontinuierlich ab. Gegenüber den Werten von 2005 ergibt sich somit im Jahr 2020 eine leichte Zunahme des Endenergieverbrauchs der betrachteten Sektoren in Höhe von ca. 3 %.

7.2 Emissionsszenario 1

Im Emissionsszenario 1 wird die zukünftige Entwicklung des Emissionsaufkommens für den Zeitraum 2005 - 2020 abgeschätzt. Die Berechnung des Emissionsaufkommens wird vereinfacht auf der Basis der prognostizierten Endenergieverbräuche und unter Beibehaltung der ermittelten sektoralen Emissionsfaktoren aus Kapitel 5 berechnet. Somit können für das Jahr 2005 Abweichungen zum berechneten sektoralen Emissionsaufkommen auftreten. Dies ist dann der Fall, wenn aufgrund der lückenhaften Datenbasis nicht für alle Kombinationen von Brennstoff, Feuerung und Abgaskomponente Emissionsfaktoren ermittelbar waren.

Das Emissionsaufkommen wurde für jedes Prognosejahr strukturiert nach Brennstoff, Abgaskomponente, Verbraucherbereich für Deutschland berechnet. Beispielhaft ist in **Bild 7.1** die Entwicklung einiger wichtiger Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2020 unter Berücksichtigung des prognostizierten Endenergieverbrauchs dargestellt.

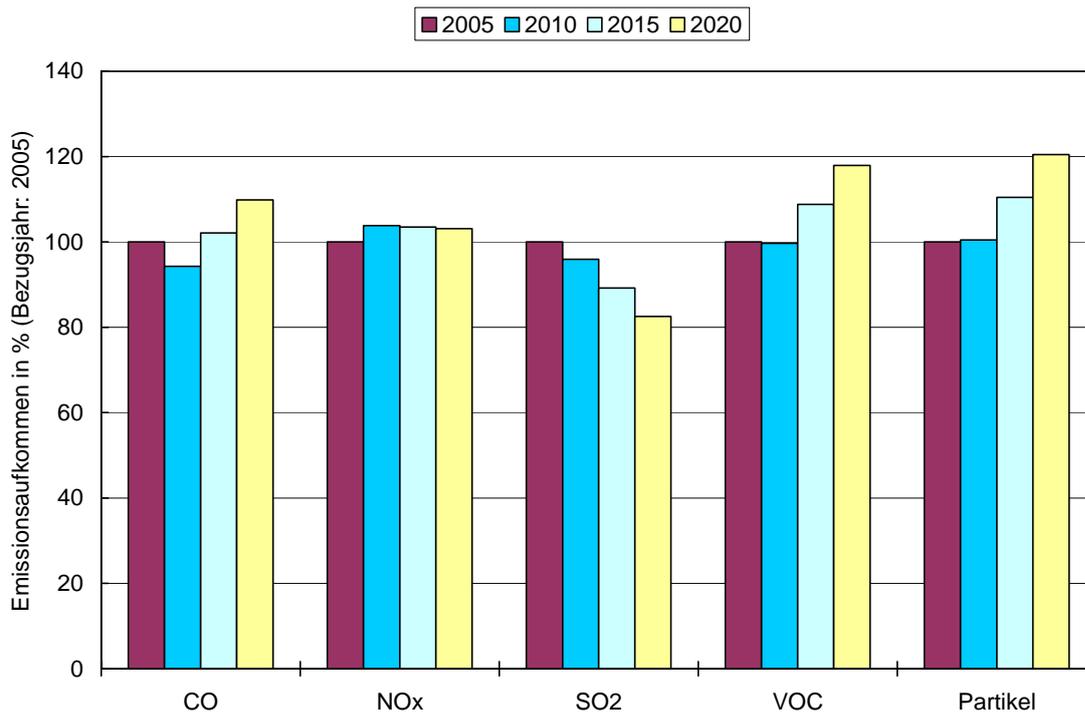


Bild 7.1: Entwicklung des Emissionsaufkommens ausgewählter Abgaskomponenten in Deutschland im Prognosezeitraum 2005 bis 2020 zusammengefasst für die Bereiche Haushalte, GHD und Militär (Emissionsszenario 1: Fortschreibung des Endenergieverbrauchs - Bezugsjahr 2005 = 100%)

Für die Abgaskomponenten CO und NO_x ist bei diesem Szenario im Prognosezeitraum kaum mit Änderungen zu rechnen. Rückläufig ist, aufgrund der abnehmenden Heizölverbräuche, das SO₂-Emissionsaufkommen. Das Emissionsaufkommen von VOC und Partikeln nimmt durch den starken Anstieg des Holzverbrauchs zu.

7.3 Emissionsszenario 2

Im Emissionsszenario 2 wird zusätzlich zur prognostizierten Entwicklung des Endenergieverbrauchs in den nächsten 15 Jahren auch eine Anpassung der Emissionsfaktoren an die voraussichtliche Bestandsentwicklung der Feuerungsanlagen vorgenommen. Die angenommene Bestandsentwicklung wird durch pauschalisierte Abschläge auf die sektoralen Emissionsfaktoren des Bezugsjahres 2005 berücksichtigt. Diese Abschläge werden für das Jahr 2020 festgelegt, im Zeitraum dazwischen werden die Emissionsfaktoren linear interpoliert. Es wird also davon ausgegangen, dass sich die Änderung des Anlagenbestandes kontinuierlich durch die Installation einer verbesserten Gerätetechnik vollzieht. Ein verstärkter Austausch veralteter Heizgeräte, der sich bei einer entsprechenden Gestaltung der Altanlagenregelung in der novellierten Fassung der 1. BImSchV ergeben könnte, wurde in der Tendenz berücksichtigt. Eine detaillierte Prognose konnte hier noch nicht erstellt werden, da die Novellierungsdiskussion noch nicht abgeschlossen ist (1. BImSchV, 2007)

Die Entwicklung des Emissionsaufkommens in Deutschland im Prognosezeitraum ist für ausgewählte Emissionen in **Bild 7.2** wiedergegeben.

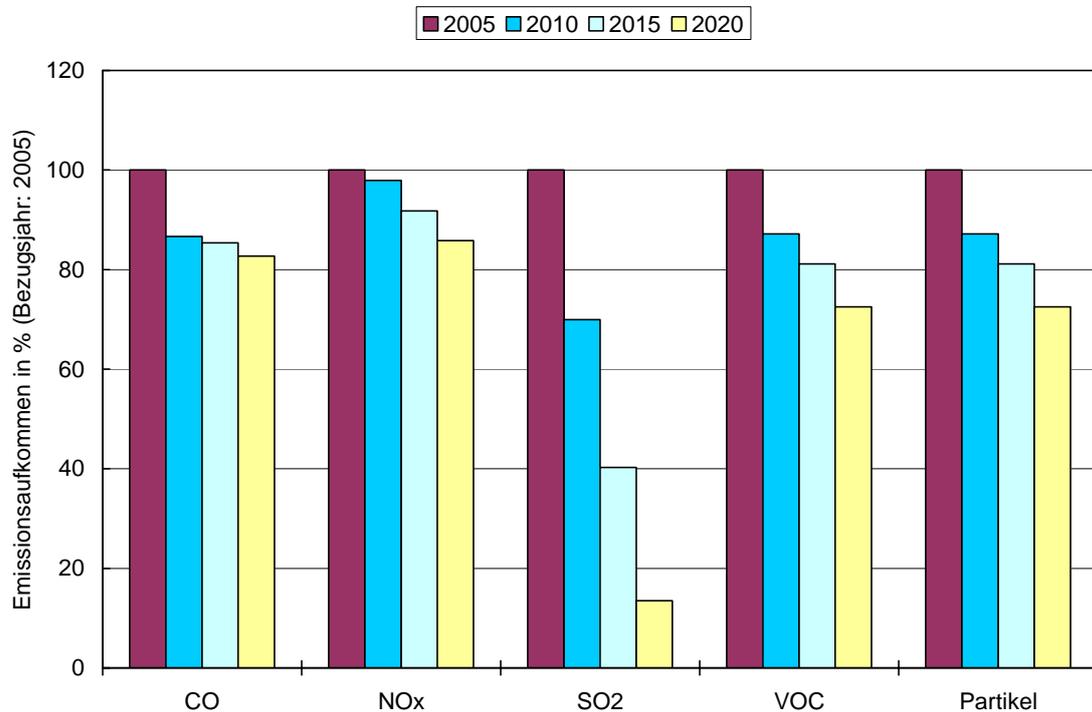


Bild 7.2: Entwicklung des Emissionsaufkommens ausgewählter Abgaskomponenten in Deutschland im Prognosezeitraum 2005 bis 2020 zusammengefasst für die Bereiche Haushalte, GHD und Militär (Emissionsszenario 2: Fortschreibung des Endenergieverbrauchs und der sektoralen Emissionsfaktoren - Bezugsjahr 2005 = 100%)

Die Ergebnisse des Emissionsszenarios 2 zeigen, dass für die meisten Abgaskomponenten in den nächsten 15 Jahren mit einem mehr oder weniger deutlichen Rückgang des Emissionsaufkommens zu rechnen ist. Insbesondere bei den SO₂-Emissionen wird sich der angenommene Übergang auf schwefelarmes Heizöl EL sehr positiv auswirken.

8 Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde das aktuelle Emissionsaufkommen von Feuerungsanlagen im Bereich Haushalte sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Kleinverbraucher) und Militär für die Abgasbestandteile Gesamtstaub sowie PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, SO₂, NO_x, CO, VOC, CH₄, NMVOC, HCl, N₂O, Benzol, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), polychlorierte Dioxine und Furane (PCDD/PCDF) sowie Schwermetalle (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn) für Deutschland berechnet. Hierzu wurden für die betrachteten Abgasbestandteile Emissionsfaktoren mit einem hohen Differenzierungsgrad ermittelt. Die Strukturierung der Emissionsfaktoren richtete sich nach den in Deutschland am Endenergieverbrauch relevant beteiligten Brennstoffen Heizöl EL, gasförmigen Brennstoffen (Erdgase, Flüssiggas), Braunkohlenbriketts (Importe sowie aus dem Lausitzer und Rheinischen Revier), Steinkohlenbrennstoffe (Steinkohlen, Steinkohlenkoks, Steinkohlenbriketts) und Holzbrennstoffe (naturbelassenes Holz in Form von Stückholz, Hackschnitzel und Pellets sowie Resthölzer aus der gewerblichen Holznutzung), der Gerätebauart, der Altersstufe, dem Leistungsbereich und der typischen Betriebsweise der Feuerungsanlagen. Alle Angaben innerhalb dieser Arbeit beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf das Bezugsjahr 2005.

Grundlage für die Berechnung der aktuellen Daten waren die Vorgängervorhaben „Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich Haushalte und Kleinverbraucher“ (FKZ 295 46 264, Bezugsjahr 1995), „Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Emissionsminderung“ (FKZ 299 44 140, Bezugsjahr 2000) und „Ermittlung und Minderung der Emissionen krebserzeugender und weiterer besonders gesundheitsgefährdender Stoffe bei Kleinf Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe“ (FKZ 203 44 358, Bezugsjahr 2003). Aufbauend auf diesen Arbeiten wurden folgende Aktualisierungen vorgenommen:

- Anlagenbestand und Anlagenstruktur
- Endenergieverbrauch
- Emissionsverhalten der betrachteten Feuerungsanlagen und
- Emissionsdaten.

Beim Anlagenbestand wurden neuere Anlagentechniken zur Holzenergienutzung (vor allem Pelletsfeuerungen), die bisher aufgrund ihrer geringen Verbreitung nicht explizit ausgewiesen waren, separat aufgeführt. Somit liegt jetzt für den Bereich Holzfeuerungen eine weitaus detailliertere Datenstruktur vor, zukünftige Weiterentwicklungen der Anlagenbestände können vergleichsweise leicht eingepflegt werden. Separat mit ausgewiesen werden jetzt auch Ölbrennwertgeräte.

Zur Berechnung von gerätebezogenen Emissionsfaktoren werden neben dem Anlagenbestand auch Angaben zur Leistungs- und Altersstruktur für die verschiedenen Gerätebauarten benötigt sowie die mittleren installierte Nennwärmeleistungen benötigt. Dazu wurde in Zu-

sammenarbeit mit den Landesinnungsverbänden des Schornsteinfegerhandwerks in Baden-Württemberg, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Sachsen eine umfassende Datenerhebung in ausgewählten Kehrbezirken durchgeführt. Die Datenerhebung zu den installierten Feuerstätten erfolgte vor Ort durch die Bezirksschornsteinfegermeister im Rahmen der Feuerstättenschau unter Verwendung eines vorgefertigten Fragebogens. Insgesamt wurden rund 3.180 Fragebögen ausgewertet. Ergänzt wurden die eigenen Erhebungen durch die Statistiken des Zentralinnungsverbandes des Schornsteinfegerhandwerks über die Ergebnisse der wiederkehrenden Messungen an Öl- und Gasfeuerungen. Mit diesen Angaben konnte die Alters- und Leistungsstruktur der installierten Feuerstätten differenziert aktualisiert werden.

Unsicherheiten in der Anlagenstruktur bestehen allerdings im Bereich der gewerblichen Holzfeuerungen. Die hier zur Verfügung stehenden Daten beziehen sich im wesentlichen auf Erhebungen aus dem Jahr 1992 in Baden-Württemberg, die seither fortgeschrieben werden. Eine detaillierte neue Erhebung für diesen Bereich konnte im Rahmen des aktuellen Projektes leider nicht vorgenommen werden. Die Anzahl an gewerblichen Holzfeuerungen, die im Rahmen der durchgeführten Schornsteinfegererhebung ermittelt wurden, waren für eine Hochrechnung zu gering.

Der Endenergieverbrauch wurde entsprechend den verfügbaren Zahlen aktualisiert. Neben Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen wurden eigene Schätzung zum Holzeinsatz bei gewerblichen Feuerungen und zum Einsatz von Steinkohlen im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen vorgenommen. Außerdem wurde der Endenergieeinsatz für militärische Einrichtungen anhand eigener Berechnung brennstoffabhängig ermittelt.

Die bereits vorhandenen Daten zur Beschreibung des Emissionsverhaltens der betrachteten Feuerungsanlagen aus den Vorgängervorhaben wurden zusammengeführt und durch weitere aktuellere Angaben ergänzt. Dies bezieht sich vor allem auf Prüfstandsmessungen von Holzfeuerungen (Stückholz-, Hackschnitzel- und Pelletskessel, sowie Einzelraumfeuerstätten). Außerdem wurden weitere bisher veröffentlichte Ergebnisse von Emissionsuntersuchungen für die anderen Feuerungsanlagen in den Datenbestand eingepflegt.

Die Berechnung der gerätebezogenen Emissionsfaktoren erfolgt unter Berücksichtigung der Betriebsweise und der Altersstruktur der Feuerungen. Hierbei wurden auch Anpassungen und Vereinheitlichungen vorgenommen. So wird bei der Betriebsweise bei allen Anlagen einheitlich zwischen Teil- und Nennlast unterschieden. Die bisher teilweise vorhandene Schwachlast wurde aufgrund der Übersichtlichkeit und der Datenlage dem Teillastbereich zugeordnet. Die Altersstruktur (bisherige Altersstufen: bis 1988 bzw. bis 1990 und ab 1989 bzw. 1991) wurde aktualisiert und weiter differenziert in die Altersstufen bis 1988/89, 1990-2004 und ab 2005.

Mit Hilfe zweier Emissionsszenarien wurde die Emissionsentwicklung bis in das Jahr 2020 im Bereich der Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie des Militärs abgeschätzt. In einem ersten Emissionsszenario wurde eine Fortschreibung des ermittelten End-

energieverbrauchs für das Jahr 2005 an die zu erwartende Entwicklung durchgeführt. Verwendet wurden hierzu die Energieprognosen des Umweltbundesamtes. Alle anderen Randbedingungen, wie die mittleren Emissionsfaktoren und die Anlagenstruktur blieben dagegen unverändert. In einem zweiten Emissionsszenario wurde auch eine Anpassung der Anlagenstruktur im Prognosezeitraum angenommen. Die Berücksichtigung einer sich ändernden Anlagenstruktur erfolgte in den mittleren Emissionsfaktoren an Hand einer pauschalierten Form von Abschlägen auf die Emissionsfaktoren des Jahres 2005. Dabei wurde von einer kontinuierlichen Änderung des Anlagenbestandes durch Austausch von Altgeräten oder bei Neuinstallationen mit einer verbesserten (schadstoffärmeren) Verbrennungstechnik ausgegangen. Ein verstärkter Austausch veralteter Heizgeräte, der sich bei einer entsprechenden Gestaltung der Altanlagenregelung in der novellierten Fassung der 1. BImSchV ergeben könnte, konnte nur in der Tendenz berücksichtigt, da die Novellierungsdiskussion noch nicht abgeschlossen ist.

9 Literatur

1. BImSchV (2003)

Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 490), zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 14. August 2003 (BGBl. I S. 1614).

1. BImSchV (August 2007)

Entwurf zur Novelle der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen auf Basis der Fassung der Bekanntmachung vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 490), zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 14. August 2003 (BGBl. I S. 1614).

AGEB (2006)

Tabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland von 1990 bis 2005 mit Stand vom 21.09.2006 sowie ergänzende Mitteilungen von Herrn Wuttke zum Holzverbrauch im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., Berlin.

DEPV (2007)

Angaben zum Bestand an installierten Pelletkesseln. Persönliche Mitteilung von Frau Schmidt, Deutscher Energie-Pellet-Verband e.V., Mannheim.

DVFG (2007)

Angaben zum Bestand an installierten Feuerstätten für Flüssiggas. Persönliche Mitteilung von Herrn Gspandl, Deutscher Verband Flüssiggas e.V., Berlin.

Greiselis-Bailer, S.; Kemper, B.-M. (2006)

Ermittlung und Minderung der Emissionen krebserzeugender und weiterer besonders gesundheitsgefährdender Stoffe bei Kleinf Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben 203 44 358. Umweltbundesamt, Berlin.

HKI (2007)

Angaben zum Bestand an installierten Pelletöfen. Persönliche Mitteilung von Herrn Kienle, Industrieverband Haus-, Heiz und Küchentechnik e.V., Frankfurt a. M.

IWO (2007)

Angaben zum Bestand an installierten Ölbrennwertgeräten. Persönliche Mitteilung von Herrn Halper, Institut für wirtschaftliche Ölheizung e.V., Hamburg.

Kohlenwirtschaft (2006)

Kohlenabsatz-Statistiken für Braunkohlen und Braunkohlenprodukte. Persönliche Mitteilung von Frau Schilbert, Statistik der Kohlenwirtschaft e.V., Essen.

Militär (2007)

Angaben des Bundesamtes für Wehrverwaltung in Bonn zur Wärmeversorgung militärischer Dienststellen.

Mantau, U.; Sörgel, C. (2006)

Energieholzverwendung in privaten Haushalten. Marktvolumen und verwendete Holzsortimente. Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft.

Pfeiffer, F.; Struschka, M.; Baumbach, G. (2000)

Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich Haushalte und Kleinverbraucher. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben 295 46 364. Erschienen in der Reihe UBA-TEXTE als Nr. 14-00. Umweltbundesamt, Berlin.

Rheinbraun (2006)

Angaben zum Bestand an installierten Feuerstätten für feste Brennstoffe. Persönliche Mitteilung von Herrn Zollner, Rheinbraun Brennstoff GmbH, Frechen.

- Struschka, M., Pfeiffer, F., Lepel, F. von, Baumbach, G. (2000)
Start- und Stopp-Emissionen von Öl- und Gasfeuerungen. Erdöl Erdgas Kohle, Heft 3, S. 121-122
- Struschka, M.; Zuberbühler, U.; Dreiseidler, A.; Dreizler, D.; Baumbach, G. (2003)
Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinfeuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Emissionsminderung. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben 299 44 140. Erschienen in der Reihe UBA-TEXTE als Nr. 41-03. Umweltbundesamt, Berlin.
- ZIV (2006)
Erhebungsdaten des Schornsteinfegerhandwerks über Emissionsmessungen im Jahr 2005. Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks - Zentralinnungsverband. Sankt Augustin.
- UBA (2005)
Energierferenzszenario 2000-2020 für Emissionsberechnungen des Umweltbundesamts. Erschienen in der Reihe UBA-TEXTE als Nr. 30-05. Umweltbundesamt, Dessau.
- UBA (2007)
Persönliche Mitteilung zur möglichen Entwicklung des Holzverbrauchs in Haushalten, Frau Behnke, Umweltbundesamt, Dessau.

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren												
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ
Heizöl EL	Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	> 4	2,7	73.344	111	34	60	1,3	0,15	1,2	2,2	0,0021	0,0415	0,009	0,67	
	Heizkessel mit	4 - 25	31,8	73.344	7	40	60	2,5	0,02	2,5	1,2	0,0010	0,00001	0,004	0,28	
	Ölgebläsebrennern	> 25 - 50	44,9	73.344	15	43	60	1,9	0,07	1,8	0,6	0,0028	0,0001	0,019	0,67	
		> 50	19,7	73.344	12	42	60	0,12	0,02	0,11	0,8	0,0028	0,0001	0,019	0,67	
	Ölbrennwertgeräte	> 4	0,8	73.344				2				0,1				
Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte			100	73.344	15	42	59	1,7	0,05	1,7	0,9	0,0022	0,0012	0,01	0,55	

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren									
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ
Heizöl EL	Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	> 4	2,7										
	Heizkessel mit	4 - 25	31,8										
	Ölgebläsebrennern	> 25 - 50	44,9										
		> 50	19,7										
	Ölbrennwertgeräte	> 4	0,8										
Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte			100										

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland		Emissionsfaktoren												
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVO als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ
Heizöl EL	Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	> 4	0,2	73.344	111	34	60	1,3	0,15	1,2	2,2	0,0021	0,04	0,01	0,67	
	Heizkessel mit	4 - 25	5,9	73.344	7	40	60	2,5	0,02	2,5	1,2	0,0010	0,00001	0,004	0,28	
	Ölgebläseburnern	> 25 - 50	12,8	73.344	15	43	60	1,9	0,07	1,8	0,6	0,0028	0,0001	0,02	0,67	
		> 50 - 20.000	80,9	73.344	12	44	60	2,8	0,02	2,8	1,4	0,0028	0,0001	0,02	0,56	
	Ölbrennwertgeräte	> 4	0,2	73.344				2								
Mittlere Emissionsfaktoren Kleinverbraucher			100	73.344	12	44	60	2,6	0,03	2,6	1,3	0,0027	0,0002	0,02	0,56	

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland		Emissionsfaktoren									
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	
Heizöl EL	Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	> 4	0,2										
	Heizkessel mit	4 - 25	5,9										
	Ölgebläseburnern	> 25 - 50	12,8										
		> 50 - 20.000	80,9										
	Ölbrennwertgeräte	> 4	0,2										
Mittlere Emissionsfaktoren Kleinverbraucher			100										

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland		Emissionsfaktoren												
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ
Heizöl EL	Kessel	> 50 - 20.000	100	73.344	14	46	77	2,8	0,02	2,8	1,8	0,0028	0,0001	0,02	0,56	
Mittlere Emissionsfaktoren Militär			100	73.344	14	46	77	2,8	0,02	2,8	1,8	0,0028	0,0001	0,02	0,56	

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland		Emissionsfaktoren									
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	
Heizöl EL	Kessel	> 50 - 20.000	100										
Mittlere Emissionsfaktoren Militär			100										

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren													
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOc als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl	
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ	
Erdgas	Raumheizer	> 4	1,0	55.796	11	31	0,50	0,30	0,08	0,24	0,03	0,0009		0,0002	0,19		
	Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	35,8	55.796	18	22	0,50	1,5	1,4	0,51	0,03	0,0028		0,0002	0,22		
		> 25 - 50	10,5	55.796	14	36	0,50	0,71	0,09	0,64	0,03	0,0011		0,0005	0,56		
	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	> 50	4,2	55.796	14	38	0,50	0,71	0,09	0,30	0,03	0,0011		0,0005	0,56		
		4 - 25	1,7	55.796	6,9	19	0,50	0,38	0,04	0,34	0,03	0,0017		0,0001	0,19		
	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	> 25 - 50	1,8	55.796	9,2	23	0,50	0,38	0,04	0,34	0,03	0,0017		0,0001	0,19		
		> 50	9,5	55.796	11	26	0,50	0,38	0,04	0,34	0,03	0,0017		0,0001	0,41		
	Brennwertgeräte	> 4	14,3	55.796	6,4	5,1	0,50	9,3	12	0,34	0,03	0,0017		0,0002	0,06		
	Durchlaufwasserheizer	> 4	2,1	55.796	23	39	0,50	1,2	1,2	0,29	0,03	0,0019		0,0003	0,16		
	Kombiwasserheizer	> 4	18,3	55.796	17	18	0,50	2,0	0,54	1,6	0,03	0,0019		0,0003	0,16		
	Vorratswasserheizer	> 4	0,8	55.796	6,7	54	0,50	0,92	0,34	0,66	0,03	0,0019		0,0003	0,16		
	Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte			100	55.796	15	22	0,50	2,4	2,3	0,67	0,03	0,0021		0,0002	0,25	

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren									
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ
Erdgas	Raumheizer	> 4	1,0						0,06				
	Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	35,8						0,06				
		> 25 - 50	10,5						0,06				
	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	> 50	4,2						0,06				
		4 - 25	1,7						0,06				
	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	> 25 - 50	1,8						0,06				
		> 50	9,5						0,06				
	Brennwertgeräte	> 4	14,3					0,06					
	Durchlaufwasserheizer	> 4	2,1					0,06					
	Kombiwasserheizer	> 4	18,3					0,06					
	Vorratswasserheizer	> 4	0,8					0,06					
	Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte			100					0,06				

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland		Emissionsfaktoren													
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVO als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl	
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ	
Erdgas	Raumheizer	> 4	0,0	55.796	11	31	0,50	0,30	0,08	0,24	0,03	0,0009		0,0002	0,19		
	Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	0,4	55.796	18	22	0,50	1,5	1,4	0,51	0,03	0,0028		0,0002	0,22		
		> 25 - 50	2,8	55.796	14	36	0,50	0,71	0,09	0,64	0,03	0,0011		0,0005	0,56		
		> 50 - 20.000	13,3	55.796	14	38	0,50	0,71	0,09	0,30	0,03	0,0011		0,0005	0,56		
	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	0,0	55.796	6,9	19	0,50	0,38	0,04	0,34	0,03	0,0017		0,0001	0,19		
		> 25 - 50	1,7	55.796	9,2	23	0,50	0,38	0,04	0,34	0,03	0,0017		0,0001	0,19		
		> 50 - 20.000	79,6	55.796	10	25	0,50	0,38	0,04	0,34	0,03	0,0017		0,0001	0,29		
	Brennwertgeräte	> 4	0,8	55.796	6,4	5,1	0,50	9,3	12	0,34	0,03	0,0017		0,0002	0,06		
	Durchlaufwasserheizer	> 4	0,3	55.796	23	39	0,50	1,2	1,2	0,29	0,03	0,0019		0,0003	0,16		
	Kombiwasserheizer	> 4	1,0	55.796	17	18	0,50	2,0	0,54	1,6	0,03	0,0019		0,0003	0,16		
	Vorratswasserheizer	> 4	0,1	55.796	6,7	54	0,50	0,92	0,34	0,66	0,03	0,0019		0,0003	0,16		
	Mittlere Emissionsfaktoren Kleinverbraucher			100	55.796	11	27	0,50	0,52	0,16	0,36	0,03	0,0016		0,0002	0,33	

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland		Emissionsfaktoren									
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	
Erdgas	Raumheizer	> 4	0,0							0,06			
	Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	0,4							0,06			
		> 25 - 50	2,8							0,06			
		> 50 - 20.000	13,3							0,06			
	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	0,0							0,06			
		> 25 - 50	1,7							0,06			
		> 50 - 20.000	79,6							0,06			
	Brennwertgeräte	> 4	0,8							0,06			
	Durchlaufwasserheizer	> 4	0,3							0,06			
	Kombiwasserheizer	> 4	1,0							0,06			
Vorratswasserheizer	> 4	0,1							0,06				
Mittlere Emissionsfaktoren Kleinverbraucher			100							0,06			

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland		Emissionsfaktoren												
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOc als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ
Erdgas	Kessel	> 50 - 20.000	100	55.796	10	25	0,50	0,38	0,04	0,34	0,03	0,0017		0,0001	0,29	
Mittlere Emissionsfaktoren Militär			100	55.796	10	25	0,50	0,38	0,04	0,34	0,03	0,0017		0,0001	0,29	

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland		Emissionsfaktoren								
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ
Erdgas	Kessel	> 50 - 20.000	100						0,06			
Mittlere Emissionsfaktoren Militär			100						0,06			

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren												
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOc als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ
Steinkohlen	Dauerbrandöfen	< 15	80,2	95.930	3.452	59	393	175	140	70	18	0,0233	0,06		12	9
	Kachelöfen	< 15	5,3	95.930	3.388	75	408	58	47	23	18	0,0094			13	9
	Kamine	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kaminöfen	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heizkessel	4 - 25	5,4	95.930	3.058	69	129	137	110	55	18	0,0071			11	9
		> 25 - 50	5,8	95.930	2.990	88	343	114	92	46	18	0,0135			11	9
		> 50	3,2	95.930	2.990	88	343	114	92	46	18	0,0135			11	9
	Badeöfen	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Herde	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte			100	95.930	3.386	63	375	161	129	65	18	0,0208	0,06		11

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren									
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ
Steinkohlen	Dauerbrandöfen	< 15	80,2	3,2	4,0					3,6		230	7,4
	Kachelöfen	< 15	5,3	3,2	4,0					3,6		230	7,4
	Kamine	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kaminöfen	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heizkessel	4 - 25	5,4	3,2	4,0					3,6		230	7,4
		> 25 - 50	5,8	3,2	4,0					3,6		230	7,4
		> 50	3,2	3,2	4,0					3,6		230	7,4
	Badeöfen	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Herde	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte			100	3,2	4,0					3,6		230

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland	Emissionsfaktoren														
			Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NM VOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
			kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ	
Steinkohlen	Dauerbrandöfen	< 15	50,1	95.930	3.452	59	393	175	140	70	18	0,0233	0,06		12	9	
	Kachelöfen	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kamine	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kaminöfen	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Badeöfen	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Herde	<15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Heizkessel		4 - 25	4,9	95.930	2.224	56	129	101	110	18	18	0,0047			11	9
			> 25 - 50	26,6	95.930	2.990	88	343	114	92	46	18	0,0135			11	9
> 50 - 1.000			18,4	95.930	408	111	204	2,6	2,1	1,0	18	0,0045			3,6	9	
Mittlere Emissionsfaktoren Kleinverbraucher			100	95.930	2.709	76	332	124	100	48	18	0,0163	0,06		10	9	

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland	Emissionsfaktoren											
			Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
			kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	
Steinkohlen	Dauerbrandöfen	< 15	50,1	3,2	4,0					3,6		230	7,4	
	Kachelöfen	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kamine	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kaminöfen	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Badeöfen	< 15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Herde	<15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Heizkessel		4 - 25	4,9	3,2	4,0					3,6		230	7,4
			> 25 - 50	26,6	3,2	4,0					3,6		230	7,4
> 50 - 1.000			18,4	3,2	4,0	2,3	3,1	3,6		230	7,4	11		
Mittlere Emissionsfaktoren Kleinverbraucher			100	3,2	4,0					3,6		230	7,4	

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren												
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOc als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ
Brennstoff	Feuerung															
Steinkohlenkoks	Dauerbrandöfen	< 15	67,7	106.167	7.220	29	435	8	4,2	4,7	17	0,0415	0,09		0,72	27
	Kachelöfen	< 15	3,8	106.167	809	36	488	< 1,3	< 0,69	< 0,78	17	0,0278	0,09		1,4	27
	Kamine	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kaminöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heizkessel	4 - 25	10,7	106.167	6.485	72	481	68	36	41	15	0,0710	0,14		1,0	14
		> 25 - 50	11,5	106.167	6.485	72	481	68	36	41	15	0,0501	0,14		1,0	14
		> 50	6,4	106.167	6.485	72	481	68	36	41	15	0,0501	0,14		1,0	14
	Badeöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Herde	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte		100	106.167	6.768	41	450	25	13	15	16	0,0457	0,10		0,82	23

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren									
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ
Brennstoff	Feuerung												
Steinkohlenkoks	Dauerbrandöfen	< 15	67,7	2,3	1,5			3,6			136	7,0	
	Kachelöfen	< 15	3,8	2,3	1,5			3,6			136	7,0	
	Kamine	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kaminöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heizkessel	4 - 25	10,7	10	1,0			3,6	3,0	80	3,4		
		> 25 - 50	11,5	10	1,0			3,6	3,0	80	3,4		
		> 50	6,4	10	1,0			3,6	3,0	80	3,4		
	Badeöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Herde	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte		100	4,4	1,4			3,6			120	6,0	

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren												
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NM VOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ
Steinkohlenbriketts	Dauerbrandöfen	< 15	100,0	95.457	4.875	50	563	460	368	184	265	0,0202	0,49		9,7	26
	Kachelöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kamine	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kaminöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heizkessel	4 - 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		> 25 - 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Badeöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Herde	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte		100	95.457	4.875	50	563	460	368	184	265	0,0202	0,49		10

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren									
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ
Steinkohlenbriketts	Dauerbrandöfen	< 15	100,0	4,1	11					3,6		215	6,0
	Kachelöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kamine	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kaminöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heizkessel	4 - 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		> 25 - 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Badeöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Herde	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte		100	4,1	11					3,6		215

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland	Emissionsfaktoren													
			Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOc als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O
			kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ
Steinkohlen	Kessel	> 50 - 1.000	100	95.930	438	108	403	2,5	2,0	1,0	278	0,0045			4,8	17
Mittlere Emissionsfaktoren Militär			100	95.930	438	108	403	2,5	2,0	1,0	278	0,0045			4,8	17

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland	Emissionsfaktoren										
			Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
			kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ
Steinkohlen	Kessel	> 50 - 1.000	100	7,2	4,0	2,3	3,1	3,6		230	11	11	
Mittlere Emissionsfaktoren Militär			100	7,2	4,0	2,3	3,1	3,6		230	11	11	

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren												
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NM VOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ
Rheinische BKB	Dauerbrandöfen	< 15	3,4	97.010	4.812	84	80	525	260	330	243	0,0303	0,61		7,3	3,4
	Kachelöfen	< 15	38,1	97.010	2.319	70	62	175	47	140	72	0,0127			3,6	3,4
	Kamine	< 15	12,3	97.010	1.375	106	74	65	47	30	29	0,0327			4,5	
	Kaminöfen	< 15	37,2	97.010	2.100	88	69	124	47	89	74	0,0327			4,5	
	Heizkessel	4 - 25	1,9	97.010	4.268	111	109	285	152	171	130	0,0468	0,58		0,34	
		> 25 - 50	2,0	97.010	1.311	73	68	285	152	171	130	0,0468			0,34	
		> 50	1,1	97.010	1.311	111	68	285	152	171	130	0,0468			0,34	
	Badeöfen	< 15	0,3	97.010	5.779	129	114	141	76	84	30	0,0315			5,9	
	Herde	< 15	3,8	97.010	3.889	103	114	106	62	60	35	0,0315	0,03		5,9	
	Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte		100	97.010	2.280	85	70	157	60	112	75	0,0257	0,36		4,1	3,4

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren									
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ
Rheinische BKB	Dauerbrandöfen	< 15	3,4	1,5	2,5			2,3			29	2,9	
	Kachelöfen	< 15	38,1	8,9	0,23	15	0,90	2,3	8,9	1,9	2,9	2,3	
	Kamine	< 15	12,3					2,3			2,9		
	Kaminöfen	< 15	37,2					2,3			2,9		
	Heizkessel	4 - 25	1,9	1,5				2,3			2,5		
		> 25 - 50	2,0	1,5				2,3			2,5		
		> 50	1,1	1,5				2,3			2,5		
	Badeöfen	< 15	0,3					2,3			2,5		
	Herde	< 15	3,8					2,3			2,5		
	Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte		100	7,6	0,4	15	0,9	2,3	8,9	4,1	2,8	2,3	

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren													
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl	
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	
Lausitzer BKB	Dauerbrandöfen	< 15	3,4	97.010	3.597	42	259	302	51	264	125	0,0216	0,21	9,4	6,8	1,0	
	Kachelöfen	< 15	38,1	97.010	2.835	55	156	519	51	481	99	0,0270	0,02	0,4	6,3	4,5	
	Kamine	< 15	12,3	97.010	1.989	117	68	36	29	13	13	0,0216			6,8		
	Kaminöfen	< 15	37,2	97.010	1.989	117	68	36	29	13	13	0,0216			6,8		
	Heizkessel		4 - 25	1,9	97.010	1.712	84	325	173	262	295	40	0,0235			0,40	
			> 25 - 50	2,0	97.010	1.712	67	325	173	262	295	40	0,0235			0,40	
			> 50	1,1	97.010	6.225	84	306	491	262	295	40	0,0235			0,40	
	Badeöfen	< 15	0,3	97.010	4.463	91	80	211	81	150	29	0,0884	0,05		6,8		
	Herde	< 15	3,8	97.010	2.679	130	80	58	53	18	11	0,0216			6,8		
	Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte			100	97.010	2.435	89	121	241	51	215	51	0,0239	0,03	1,1	6,3	4,2

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren										
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn		
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	
Lausitzer BKB	Dauerbrandöfen	< 15	3,4	8,2	0,8	0,11	0,62	2,3	0,38	14				
	Kachelöfen	< 15	38,1	0,5	0,22	1,5	0,21	2,3	8,5	16,6			5,6	
	Kamine	< 15	12,3					2,3						
	Kaminöfen	< 15	37,2	0,26	0,44	0,02	0,34	2,3	0,43	5,2			11	
	Heizkessel		4 - 25	1,9					2,3					
			> 25 - 50	2,0					2,3					
			> 50	1,1					2,3					
	Badeöfen	< 15	0,3					2,3						
	Herde	< 15	3,8					2,3						
	Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte			100	0,7	0,4	0,7	0,3	2,3	4,3	11,1		8,4	

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren														
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl		
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ		
Böhmische BKB (Importe)	Dauerbrandöfen	< 15	3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	369	-	-	-	-	
	Kachelöfen	< 15	38,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	385	-	-	-	-	
	Kamine	< 15	12,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	326	-	-	-	-	
	Kaminöfen	< 15	37,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	326	-	-	-	-	
	Heizkessel		4 - 25	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-
			> 25 - 50	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-
			> 50	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-
	Badeöfen	< 15	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	111	-	-	-	-
	Herde	< 15	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	209	-	-	-	-
	Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte			100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	336	-	-	-	-
Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte alle BKB			100	97.010	2.359	87	96	200	55	165	92	0,0248	0,09	1,1	5,2	3,7		

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren									
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ
Böhmische BKB (Importe)	Dauerbrandöfen	< 15	3,4										
	Kachelöfen	< 15	38,1										
	Kamine	< 15	12,3										
	Kaminöfen	< 15	37,2										
	Heizkessel		4 - 25	1,9									
			> 25 - 50	2,0									
			> 50	1,1									
	Badeöfen	< 15	0,3										
	Herde	< 15	3,8										
	Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte			100									
Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte alle BKB			100	3,2	0,37	5,3	0,48	2,3	5,8	8,8	2,8	6,4	

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland		Emissionsfaktoren												
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ
Braunkohlenbriketts	Kessel	alle	100	95.954	4.922	86	229	391	242	332	53	0,0130			0,4	
Mittlere Emissionsfaktoren Militär			100	95.954	4.922	86	229	391	242	332	53	0,0130			0,4	

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland		Emissionsfaktoren								
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ
Braunkohlenbriketts	Kessel	alle	100					2,3			2,5	
Mittlere Emissionsfaktoren Militär			100					2,3			2,5	

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren												
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ
naturbelassenes	Dauerbrandöfen	< 15	1,4	102.108	4.118	61	4,4	443	226	273	74	0,1503	0,99		2,7	0,36
Holz	Kachelöfen	< 15	34,5	102.108	3.842	58	9,2	364	125	270	125	0,0078	0,99	5,4	1,8	0,36
	Kamine	< 15	10,6	102.108	2.765	75	7,0	153	136	51	146	0,0370	0,55		1,9	0,60
	Kaminöfen	< 15	24,1	102.108	2.319	65	9,0	281	136	179	106	0,1046	0,55		1,9	0,60
	Pelletöfen	< 15	0,6	102.108	648	185	5,1	7,7	3,1	5,4	57			2,3		0,02
	Heizkessel	4 - 25	9,5	102.108	4.568	124	5,1	19	7,7	13	90	0,0391	0,03	18,50	0,28	0,04
	handbeschickt	> 25 - 50	10,2	102.108	1.433	81	5,1	49	19	34	52	0,0102	0,03	7,33	0,28	0,13
		> 50	5,7	102.108	610	86	5,1	80	32	56	63	0,0611		7,15		0,16
	Heizkessel	4 - 25	1,0	102.108	216	81	5,1	3,8	1,5	2,7	23	0,0010				
	für Pellets	> 25 - 50	0,2	102.108	138	84	5,1	3,6	1,4	2,5	13					
		> 50	0,3	102.108	110	99	5,1	1,1	0,45	0,80	32					
	Badeöfen	< 15	0,1	102.108	4.950	83	1,3	104	45	71	81	0,0416	0,06		2,3	0,48
	Herde	< 15	1,8	102.108	3.814	82	1,3	126	77	69	75	0,1358	0,16		2,3	0,48
Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte			100	102.108	2.932	73	7,6	230	100	155	105	0,0452	0,60	7,9	1,5	0,38

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsfaktoren									
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	
naturbelassenes	Dauerbrandöfen	< 15	1,4	0,03	1,9	24	3,9	0,56	1,8	20		76	
Holz	Kachelöfen	< 15	34,5	0,19	0,88	0,23	3,0	0,56	1,1	2,2	0,03	41	
	Kamine	< 15	10,6	0,03	1,9	24	3,9	0,56	1,8	20		76	
	Kaminöfen	< 15	24,1	0,03	1,9	24	3,9	0,56	1,8	20		76	
	Pelletöfen	< 15	0,6					0,56					
	Heizkessel	4 - 25	9,5	< 0,50	4,6	4,6	< 31	0,56		27		872	
	handbeschickt	> 25 - 50	10,2	< 0,50	4,6	4,6	< 31	0,56		27		872	
		> 50	5,7					0,56					
	Heizkessel	4 - 25	1,0					0,56					
	für Pellets	> 25 - 50	0,2					0,56					
	> 50	0,3						0,56					
	Badeöfen	< 15	0,1	0,03	1,9	24	3,9	0,56	1,8	20		76	
	Herde	< 15	1,8	0,03	1,9	24	3,9	0,56	1,8	20		76	
Mittlere Emissionsfaktoren Haushalte			100	0,19	2,1	11	9,3	0,56	1,5	15	0,03	233	

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland		Emissionsfaktoren												
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NM VOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ
naturbelassenes	Dauerbrandöfen	< 15	0,0	102.108	4.118	61	4,4	443	226	273	74	0,1503	0,99		2,7	0,36
Holz und Restholz	Kachelöfen	< 15	10,1	102.108	3.842	58	9,2	364	125	270	125	0,0078	0,99	5,4	1,8	0,36
(ohne Holzwerk- stoffe)	Kamine	< 15	0,8	102.108	2.765	75	7,0	153	136	51	146	0,0370	0,55		1,9	0,60
	Kaminöfen	< 15	2,6	102.108	2.319	65	9,0	281	136	179	106	0,1046	0,55		1,9	0,60
	Pelletöfen	< 15	0,1	102.108	648	185	5,1	7,7	3,1	5,4	57			2,3		0,02
	Badeöfen	< 15	0,1	102.108	4.950	83	1,3	104	45	71	81	0,0416	0,06		2,3	0,48
	Herde	<15	2,1	102.108	3.814	82	1,3	126	77	69	75	0,1358	0,16		2,3	0,48
	Heizkessel handbeschildet	4 - 25	0,8	102.108	4.568	124	5,1	19	8	13	90	0,0391	0,03	18	0,28	0,04
	in Land-/Forstwirtschaft	> 25 - 50	4,6	102.108	1.433	81	5,1	49	19	34	52	0,0102	0,03	7,3	0,28	0,13
		> 50	3,1	102.108	610	86	5,1	80	32	56	63	0,0611		7,2		0,16
	Heizkessel für Pellets	4 - 25	0,1	102.108	216	81	5,1	3,8	1,5	2,7	23	0,0010				
	in Land-/Forstwirtschaft	> 25 - 50	0,2	102.108	138	84	5,1	3,6	1,4	2,5	13					
		> 50	0,3	102.108	110	99	5,1	1,1	0,45	0,80	32					
	Heizkessel für Hackschnitzel	4 - 25	0,2	102.108	322	96		19	7,7	13	25					
	in Nahwärmenetzen	> 25 - 50	5,3	102.108	600	89	5,6	28	22	11	44	0,0071	0,12	2,1		2,0
		> 50	1,3	102.108	1.002	161	2,9	71	9,0	65	66	0,0558	0,87	0,84		0,82
	Heizkessel - handbesch.	> 50 - 1.000	25,8	102.108	2.215	76	7,3	189	76	133	30	0,8190				7,7
	Einblasfeuerung	> 50 - 1.000	11,1	102.108	3.258	72	7,3	60	24	42		0,1073				
	Unterschubfeuerung	> 50 - 1.000	8,1	102.108	1.550	83	7,3	34	14	24	103	0,4453	0,17	6,4		5,6
	Vorofenfeuerung	> 50 - 1.000	8,2	102.108	1.117	76	7,3	44	17,8	31	58	0,3539		0,34	0,13	6,4
Restholz	Heizkessel - handbesch.	> 50 - 1.000	7,3	98.756	2.943	166	7,0	276	110	193	146	0,4615				15
(Holzwerkstoffe)	Einblasfeuerung	> 50 - 1.000	3,1	98.756	3.258	72	27	60	24	42		0,3524				
	Unterschubfeuerung	> 50 - 1.000	2,3	98.756	743	248	27	62	25	43	122	0,3524				4,3
	Vorofenfeuerung	> 50 - 1.000	2,3	98.756	728	123	19	6,2	2,5	4,3	108	0,0433				30
Mittlere Emissionsfaktoren Kleinverbraucher			100	101.605	2.228	88	8,4	141	56	99	74	0,3553	0,43	4,6	1,1	6,0
Mittlere EF Kleinverbraucher - gewerbliche Anlagen			68,2	101.371	2.202	93	9,3	125	50	88	68	0,5015	0,17	3,3	0,13	9,0
Mittlere EF Kleinverbraucher - nicht gewerbliche Anlagen			31,8	102.108	2.285	79	6,5	175	70	122	84	0,0338	0,51	5,5	1,5	0,64

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland		Emissionsfaktoren								
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
		kW	%	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ	g/TJ
naturbelassenes	Dauerbrandöfen	< 15	0,0	0,03	1,9	24	3,9	0,56	1,8	20		76
Holz und Restholz	Kachelöfen	< 15	10,1	0,19	0,9	0,23	3,0	0,56	1,1	2,2	0,03	41
(ohne Holzwerk- stoffe)	Kamine	< 15	0,8	0,03	1,9	24	3,9	0,56	1,8	20		76
	Kaminöfen	< 15	2,6	0,03	1,9	24	3,9	0,56	1,8	20		76
	Pelletöfen	< 15	0,1					0,56				
	Badeöfen	< 15	0,1	0,03	1,9	24	3,9	0,56	1,8	20		76
	Herde	<15	2,1	0,03	1,9	24	3,9	0,56	1,8	20		76
	Heizkessel handbeschickt	4 - 25	0,8	0,50	4,6	5	31	0,56		27		872
	in Land-/Forstwirt.	> 25 - 50	4,6	0,50	4,6	5	31	0,56		27		872
		> 50	3,1					0,56				
	Heizkessel für Pellets	4 - 25	0,1					0,56				
	in Land-/Forstwirt.	> 25 - 50	0,2					0,56				
		> 50	0,3					0,56				
	Heizkessel für Hackschnitz	4 - 25	0,2					0,56				
	in Nahwärmenetzen	> 25 - 50	5,3			49	63	0,56				586
		> 50	1,3	0,40	1,7	31	19	0,56	0,30	95	6,9	
	Heizkessel - handbesch.	> 50 - 1.000	25,8					0,56				
	Einblasfeuerung	> 50 - 1.000	11,1					0,56				
	Unterschubfeuerung	> 50 - 1.000	8,1	6,6	3,1	24	22	0,56	0,65	0,65	5,4	
	Vorofenfeuerung	> 50 - 1.000	8,2			49		0,56				586
Restholz	Heizkessel - handbesch.	> 50 - 1.000	7,3					0,56				
(Holzwerkstoffe)	Einblasfeuerung	> 50 - 1.000	3,1					0,56				
	Unterschubfeuerung	> 50 - 1.000	2,3	14	6,8	46	67	0,56	1,5	1.637	10	
	Vorofenfeuerung	> 50 - 1.000	2,3					0,56				
	Mittlere Emissionsfaktoren Kleinverbraucher		100	2,8	2,6	25	24	0,56	1,1	126	3,5	389
	Mittlere EF Kleinverbraucher - gewerbliche Anlagen		68,2	8,3	3,9	38	32	0,56	0,84	361	6,4	586
	Mittlere EF Kleinverbraucher - nicht gewerbliche Anlagen		31,8	0,24	2,1	17	21	0,56	1,3	18	0,83	329

Anhang A – Gerätebezogene Emissionsfaktoren

Geltungsbereich:	Haushalte und Kleinverbraucher	Deutschland		Emissionsfaktoren												
		Leistungs- bereich	Anteiliger Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NM VOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	%	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	mg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	g/TJ
naturbelassenes	Dauerbrandöfen	< 15	1,3	102.108	4.118	61	4,4	443	226	273	74	0,1503	0,99		2,7	0,36
Holz und Restholz	Kachelöfen	< 15	32,4	102.108	3.842	58	9,2	364	125	270	125	0,0078	0,99	5,4	1,8	0,36
	Kamine	< 15	9,7	102.108	2.765	75	7,0	153	136	51	146	0,0370	0,55		1,9	0,60
	Kaminöfen	< 15	22,2	102.108	2.319	65	9,0	281	136	179	106	0,1046	0,55		1,9	0,60
	Pelletöfen	< 15	0,6	102.108	648	185	5,1	7,7	3,1	5,4	57			2,3		0,02
	Heizkessel	4 - 25	8,7	102.108	4.568	124	5,1	19	7,7	13	90	0,0391	0,03	18	0,28	0,04
	handbeschickt	> 25 - 50	9,7	102.108	1.433	81	5,1	49	19	34	52	0,0102	0,03	7,3	0,28	0,13
		> 50	5,4	102.108	610	86	5,1	80	32	56	63	0,0611		7,2		0,16
	Heizkessel	4 - 25	1,0	102.108	216	81	5,1	3,8	1,5	2,7	23	0,0010				
	für Pellets	> 25 - 50	0,2	102.108	138	84	5,1	3,6	1,4	2,5	13					
		> 50	0,3	102.108	110	99	5,1	1,1	0,45	0,80	32					
	Badeöfen	< 15	0,1	102.108	4.950	83	1,3	104	45	71	81	0,0416	0,06		2,3	0,48
	Herde	<15	1,8	102.108	3.814	82	1,3	126	77	69	75	0,1358	0,16		2,3	0,48
	Heizkessel für Hackschnitzel	4 - 25	0,0	102.108	322	96		19	7,7	13	25					
	in Nahwärmenetzen	> 25 - 50	0,5	102.108	600	89	5,6	28	22	11	44	0,0071	0,12	2,1		2,0
		> 50	0,1	102.108	1.002	161	2,9	71	9,0	65	66	0,0558	0,87	0,84		0,82
	Heizkessel - handbesch.	> 50 - 1.000	2,9	101.371	2.375	96	7,3	208	83	146	55	0,7404				9,4
	Einblasfeuerung	> 50 - 1.000	1,2	101.371	3.258	72	12	60	24	42		0,1612				
	Unterschubfeuerung	> 50 - 1.000	0,9	101.371	1.372	119	12	40	16	28	107	0,4249	0,13	5,0		5,3
	Vorofenfeuerung	> 50 - 1.000	0,9	101.371	1.031	86	10	36	14	25	69	0,2856		0,27	0,10	12
	Mittlere Emissionsfaktoren Kleinverbraucher		100	102.064	2.871	75	7,6	222	96	150	101	0,0715	0,52	4,5	1,3	0,78

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen												
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
Brennstoff	Feuerung															
Heizöl EL	Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	> 4	17.989	1.319.360	1.989	608	1.073	23	3	21	39	0,04	0,7	0,2	12	
	Heizkessel mit Ölgebläsebrennern	4 - 25	209.555	15.369.580	1.444	8.423	12.504	523	4,1	519	253	0,21	0,003	0,74	59	
		> 25 - 50	296.044	21.713.021	4.568	12.834	17.665	555	21	539	171	0,8	0,04	5,7	199	
		> 50	130.151	9.545.814	1.502	5.444	7.766	16	2,5	14	110	0,36	0,02	2,5	87	
	Ölbrennwertgeräte	> 4	5.262	385.920			12				0					
	Summe	> 4	659.000	48.333.696	9.503	27.309	39.021	1.116	30	1.093	574	1,43	0,81	9,1	357	

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen									
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Brennstoff	Feuerung												
Heizöl EL	Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	> 4	17.989										
	Heizkessel mit Ölgebläsebrennern	4 - 25	209.555										
		> 25 - 50	296.044										
		> 50	130.151										
	Ölbrennwertgeräte	> 4	5.262										
	Summe	> 4	659.000										

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland		Emissionsaufkommen												
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOG als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
Heizöl EL	Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	> 4	416	30.520	46	14	25	0,52	0,06	0,48	0,9	0,001	0,02	0,00	0,28	
	Heizkessel mit	4 - 25	14.747	1.081.626	102	593	880	37	0,29	37	18	0,01	0,0002	0,05	4,2	
	Ölgebläsebrennern	> 25 - 50	31.822	2.333.953	491	1.380	1.899	60	2,2	58	18	0,09	0,005	0,61	21	
		> 50 - 20.000	201.285	14.763.059	2.365	8.849	12.011	557	3,9	554	287	0,56	0,03	3,9	113	
	Ölbrennwertgeräte	> 4	583	42.756			1									
	Summe	> 4 - 20.000	248.854	18.251.915	3.003	10.836	14.816	654	6,5	649	324	0,66	0,05	4,5	139	

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland		Emissionsaufkommen									
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
Heizöl EL	Ölöfen mit Verdampfungsbrennern	> 4	416										
	Heizkessel mit	4 - 25	14.747										
	Ölgebläsebrennern	> 25 - 50	31.822										
		> 50 - 20.000	201.285										
	Ölbrennwertgeräte	> 4	583										
	Summe	> 4 - 20.000	248.854										

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland		Emissionsaufkommen												
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOc als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
Heizöl EL	Kessel	> 50 - 20.000	3.146	230.773	43	146	241	8,7	0,05	8,7	5,6	0,01	0,0005	0,06	1,8	
	Summe	> 50 - 20.000	3.146	230.773	43	146	241	8,7	0,05	8,7	5,6	0,01	0,0005	0,06	1,8	

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland		Emissionsaufkommen									
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
Heizöl EL	Kessel	> 50 - 20.000	3.146										
	Summe	> 50 - 20.000	3.146										

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen													
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVO als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl	
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg	
Erdgas	Raumheizer	> 4	10.582	590.418	112	331	5,3	3,2	0,83	2,5	0,3	0,01		0,002	2,1		
	Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	378.411	21.113.815	6.867	8.390	189	578	511	194	11	1,07		0,08	84		
		> 25 - 50	111.138	6.201.043	1.515	4.021	56	79	11	71	3,3	0,13		0,05	62		
		> 50	44.592	2.488.036	633	1.698	22	32	4,2	13,6	1,3	0,05		0,02	25		
	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	18.057	1.007.514	125	336	9,0	6,8	0,75	6,2	0,54	0,03		0,002	3,5		
		> 25 - 50	19.444	1.084.899	178	447	10	7,3	0,81	6,7	0,58	0,03		0,002	3,8		
		> 50	100.582	5.612.051	1.132	2.615	50	38	4,19	35	3,0	0,17		0,008	41		
	Brennwertgeräte	> 4	150.857	8.417.202	973	772	75	1.396	1.792	52	4,5	0,26		0,03	8,4		
	Durchlaufwasserheizer	> 4	22.248	1.241.371	503	867	11	26	27	6,5	0,67	0,04		0,01	3,6		
	Kombiwasserheizer	> 4	193.527	10.798.026	3.381	3.424	97	393	105	315	5,8	0,37		0,05	31		
	Vorratswasserheizer	> 4	8.563	477.793	57	466	4,3	7,9	2,9	5,7	0,26	0,02		0,002	1,4		
		Summe	> 4	1.058.000	59.032.168	15.475	23.367	529	2.566	2.459	708	32	2,2		0,26	266	

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen									
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
Erdgas	Raumheizer	> 4	10.582					0,6					
	Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	378.411					23					
		> 25 - 50	111.138					6,7					
		> 50	44.592					2,7					
	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	18.057					1,1					
		> 25 - 50	19.444					1,2					
		> 50	100.582					6					
	Brennwertgeräte	> 4	150.857					9					
	Durchlaufwasserheizer	> 4	22.248					1,3					
	Kombiwasserheizer	> 4	193.527					12					
	Vorratswasserheizer	> 4	8.563					0,51					
		Summe	> 4	1.058.000					63				

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland	Emissionsaufkommen													
			Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOG als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O
			kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
Erdgas	Raumheizer	> 4	96	5.362	1,0	3,0	0,05	0,03	0,01	0,02	0,003	0,0001		0,00002	0,02	
	Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	2.005	111.856	36	44	1,0	3,1	2,7	1,0	0,06	0,006		0,0004	0,45	
		> 25 - 50	13.951	778.416	190	505	7,0	9,9	1,3	8,9	0,42	0,02		0,01	7,8	
		> 50 - 20.000	66.152	3.691.001	939	2.519	33	47	6,3	20	2,0	0,08		0,03	37	
	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	185	10.302	1,3	3,4	0,09	0,07	0,01	0,06	0,006	0,0003		0,00002	0,04	
		> 25 - 50	8.350	465.886	76	192	4,2	3,1	0,35	2,9	0,25	0,01		0,001	1,6	
		> 50 - 20.000	397.352	22.170.632	4.163	10.122	199	149	17	137	12	0,66		0,03	115	
	Brennwertgeräte	> 4	3.816	212.929	25	19,5	1,9	35	45	1,3	0,11	0,006		0,0008	0,21	
	Durchlaufwasserheizer	> 4	1.664	92.857	38	65	0,8	2,0	2,0	0,5	0,05	0,003		0,000	0,27	
	Kombiwasserheizer	> 4	5.128	286.135	90	91	2,6	10	2,8	8,3	0,15	0,01		0,001	0,83	
Vorratswasserheizer	> 4	540	30.103	3,6	29	0,27	0,50	0,18	0,36	0,02	0,001		0,000	0,09		
	Summe	> 4 - 20.000	499.238	27.855.479	5.562	13.593	250	260	77	180	15	0,79		0,08	163	

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland	Emissionsaufkommen										
			Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
			kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Erdgas	Raumheizer	> 4	96					0,01					
	Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	2.005					0,12					
		> 25 - 50	13.951					0,84					
		> 50 - 20.000	66.152					4,0					
	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	4 - 25	185					0,01					
		> 25 - 50	8.350					0,50					
		> 50 - 20.000	397.352					24					
	Brennwertgeräte	> 4	3.816				0,23						
	Durchlaufwasserheizer	> 4	1.664				0,10						
	Kombiwasserheizer	> 4	5.128				0,31						
Vorratswasserheizer	> 4	540				0,03							
	Summe	> 4 - 20.000	499.238					30					

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland		Emissionsaufkommen												
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
Erdgas	Kessel	> 50 - 20.000	10.762	600.481	113	274	5,4	4,0	0,45	3,7	0,32	0,02		0,001	3,12	
	Summe	> 50 - 20.000	10.762	600.481	113	274	5,4	4,0	0,45	3,7	0,32	0,02		0,001	3,12	

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland		Emissionsaufkommen									
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
Erdgas	Kessel	> 50 - 20.000	10.762					0,65					
	Summe	> 50 - 20.000	10.762					0,65					

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen												
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NM VOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
Brennstoff	Feuerung															
Steinkohlen	Dauerbrandöfen	< 15	15.245	1.462.458	52.630	900	5.985	2.670	2.136	1.068	282	0,36	0,86		177	131
	Kachelöfen	< 15	1.007	96.625	3.412	75	411	59	47	23	19	0,01			13	8,7
	Kamine	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kaminöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heizkessel	4 - 25	1.029	98.752	3.148	71	133	141	113	57	19	0,007			11	8,9
		> 25 - 50	1.105	105.966	3.303	97	379	126	101	51	20	0,01			12	9,5
		> 50	614	58.869	1.835	54	210	70	56	28	11	0,01			6,4	5,3
	Badeöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Herde	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Summe	> 4	19.000	1.822.670	64.328	1.198	7.119	3.066	2.453	1.226	351	0,40	0,86		218	163

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen									
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
Brennstoff	Feuerung												
Steinkohlen	Dauerbrandöfen	< 15	15.245	49	61			54		3.506	113		
	Kachelöfen	< 15	1.007	3,3	4,0			3,6		232	7,4		
	Kamine	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kaminöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Heizkessel	4 - 25	1.029	3,3	4,1			3,7		237	7,6		
		> 25 - 50	1.105	3,6	4,4			3,9		254	8,2		
		> 50	614	2,0	2,5			2,2		141	4,5		
	Badeöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Herde	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Summe	> 4	19.000	62	76			68		4.370	140		

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland	Endenergieverbrauch	Emissionsaufkommen												
				CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NM VOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		Leistungsbereich		t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
		kW	TJ													
Brennstoff	Feuerung															
Steinkohlen	Dauerbrandöfen	< 15	289	27.686	996	17	113	51	40	20	5,3	0,007	0,02		3,3	2,5
	Kachelöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kamine	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kaminöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Badeöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Herde	<15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heizkessel	4 - 25	28	2.727	63	1,6	3,7	2,9	3,1	0,52	0,53	0,0001			0,30	0,24
		> 25 - 50	153	14.716	459	13	53	18	14	7,0	2,8	0,002			1,6	1,3
		> 50 - 1.000	106	10.155	43	12	22	0,28	0,22	0,11	2,0	0,0005			0,38	0,91
	Summe	> 4 - 1.000	576	55.284	1.561	44	191	71	58	28	11	0,01	0,02		5,6	5,0

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland	Endenergieverbrauch	Emissionsaufkommen									
				As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		Leistungsbereich		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
		kW	TJ										
Brennstoff	Feuerung												
Steinkohlen	Dauerbrandöfen	< 15	289	0,9	1,2			1,0		66	2,1		
	Kachelöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kamine	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kaminöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Badeöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Herde	<15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Heizkessel	4 - 25	28	0,09	0,11			0,10		6,5	0,21		
		> 25 - 50	153	0,50	0,61			0,55		35	1,1		
		> 50 - 1.000	106	0,34	0,42	0,24	0,33	0,38		24	0,78	1,1	
	Summe	> 4 - 1.000	576	1,9	2,3			2,1		133	4,3		

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen												
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVO als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
Brennstoff	Feuerung	< 15	4.063	431.336	29.333	118	1.769	32	17	19	69	0,17	0,35		2,9	109
	Kachelöfen	< 15	227	24.082	183	8,2	111	0,29	0,16	0,18	3,8	0,01	0,02		0,31	6,1
	Kamine	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kaminöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heizkessel	4 - 25	641	68.030	4.155	46	308	44	23	26	10	0,05	0,09		0,64	9,0
		> 25 - 50	688	73.000	4.459	49	331	47	25	28	11	0,03	0,09		0,69	10
		> 50	382	40.555	2.477	27	184	26	14	16	5,9	0,02	0,05		0,38	5,4
	Badeöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Herde	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Summe	> 4	6.000	637.002	40.608	249	2.702	149	79	89	99	0,27	0,60		4,9	139

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen									
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
Brennstoff	Feuerung	< 15	4.063	9,3	6,1			15		554	28		
	Kachelöfen	< 15	227	0,52	0,34			0,81		31	1,6		
	Kamine	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kaminöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Heizkessel	4 - 25	641	6,2	0,64			2,3	1,9	51	2,2		
		> 25 - 50	688	6,6	0,69			2,5	2,1	55	2,3		
		> 50	382	3,7	0,38			1,4	1,1	31	1,3		
	Badeöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Herde	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Summe	> 4	6.000	26	8,1			21		722	36		

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen												
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOG als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
Brennstoff	Feuerung															
Steinkohlenbriketts	Dauerbrandöfen	< 15	3.000	286.371	14.626	151	1.690	1.380	1.104	552	796	0,06	1,5		29	77
	Kachelöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kamine	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kaminöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Heizkessel	4 - 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		> 25 - 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Badeöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Herde	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Summe	> 4	3.000	286.371	14.626	151	1.690	1.380	1.104	552	796	0,06	1,5		29	77

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen									
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Brennstoff	Feuerung												
Steinkohlenbriketts	Dauerbrandöfen	< 15	3.000	12	33			11		645	18		
	Kachelöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kamine	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kaminöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Heizkessel	4 - 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		> 25 - 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Badeöfen	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Herde	< 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Summe	> 4	3.000	12	33			11		645	18		

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland	Endenergieverbrauch	Emissionsaufkommen												
				CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		Leistungsbereich														
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
Steinkohlen	Kessel	> 50 - 1.000	169	16.245	74	18	68	0,42	0,34	0,17	47	0,001			0,82	2,8
	Summe	> 50 - 1.000	169	16.245	74	18	68	0,42	0,34	0,17	47	0,001			0,82	2,8

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland	Endenergieverbrauch	Emissionsaufkommen										
				As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn		
		Leistungsbereich												
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Steinkohle	Kessel	> 50 - 1.000	169	1,2	0,68	0,39	0,52	0,61			39	1,8	1,8	
	Summe	> 50 - 1.000	169	1,2	0,68	0,39	0,52	0,61			39	1,8	1,8	

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland			Emissionsaufkommen												
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	Endenergie- verbrauch für Partikel	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVO als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	TJ	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
Rheinische BKB	Dauerbrandöfen	< 15	277	247	26.844	1.332	23	22	145	72	91	60	0,01	0,17		2,0	0,94
	Kachelöfen	< 15	3.130	2.789	303.615	7.256	220	195	547	147	437	202	0,04			11	11
	Kamine	< 15	1.010	900	97.980	1.388	107	75	66	47	30	27	0,03			4,5	
	Kaminöfen	< 15	3.056	2.723	296.455	6.419	270	211	379	143	271	200	0,10			14	
	Heizkessel	4 - 25	154	137	14.919	656	17	17	44	23	26	18	0,01	0,09		0,05	
		> 25 - 50	165	147	16.009	216	12	11	47	25	28	19	0,01			0,06	
		> 50	92	82	8.893	120	10	6,2	26	14	16	11	0,00			0,03	
	Badeöfen	< 15	24	21	2.291	136	3,0	2,7	3,3	1,8	2,0	0,63	0,00			0,14	
	Herde	< 15	312	278	30.292	1.214	32	36	33	19	19	10	0,01	0,01		1,8	
	Summe	> 4	8.219	7.324	797.297	18.739	696	575	1.290	493	920	547	0,21	0,27		34	12

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen								
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Rheinische BKB	Dauerbrandöfen	< 15	277	0,42	0,69			0,64		8,0	0,79	
	Kachelöfen	< 15	3.130	28	0,70	47	2,8	7,2	28	5,8	8,9	7,0
	Kamine	< 15	1.010					2,3			2,9	
	Kaminöfen	< 15	3.056					7,1			8,7	
	Heizkessel	4 - 25	154	0,23				0,36			0,38	
		> 25 - 50	165	0,25				0,38			0,41	
		> 50	92	0,14				0,21			0,23	
	Badeöfen	< 15	24					0,05			0,06	
	Herde	< 15	312					0,72			0,78	
	Summe	> 4	8.219	29	1,4	47	2,8	19	28	14	23	7,0

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Endenergieverbrauch für Partikel	Emissionsaufkommen													
		Leistungsbereich	Endenergieverbrauch		CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NM VOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl	
		kW	TJ	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg	
Lausitzer BKB	Dauerbrandöfen	< 15	290	259	28.163	1.044	12	75	88	15	77	32	0,01	0,06	2,7	2,0	0,29	
	Kachelöfen	< 15	3.284	2.926	318.533	9.309	180	511	1.706	167	1.580	289	0,09	0,06	1,4	21	15	
	Kamine	< 15	1.060	944	102.794	2.108	124	72	38	31	14	12	0,02			7,2		
	Kaminöfen	< 15	3.206	2.857	311.022	6.377	375	218	114	95	43	37	0,07			22		
	Heizkessel		4 - 25	161	144	15.652	276	14	52	28	42	47,6	5,8	0,004			0,06	
			> 25 - 50	173	154	16.795	296	12	56	30	45	51,0	6,2	0,004			0,07	
			> 50	96	86	9.330	599	8,1	29	47	25	28	3,5	0,002			0,04	
	Badeöfen	< 15	25	22	2.404	111	2,3	2,0	5,2	2,0	3,7	0,63	0,002	0,00		0,17		
	Herde	< 15	328	292	31.780	878	43	26	19	17	6,0	3,4	0,01			2,2		
		Summe	> 4	8.623	7.684	836.473	20.997	769	1.042	2.074	440	1.851	391	0,21	0,13	4,1	54	15

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen								
		Leistungsbereich	Endenergieverbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Lausitzer BKB	Dauerbrandöfen	< 15	290	2,4	0,23	0,03	0,18	0,67	0,11	4,2		
	Kachelöfen	< 15	3.284	1,6	0,73	4,9	0,69	7,6	28	55		18
	Kamine	< 15	1.060					2,4				
	Kaminöfen	< 15	3.206	0,82	1,4	0,07	1,1	7,4	1,4	17		36
	Heizkessel		4 - 25	161					0,37			
			> 25 - 50	173					0,40			
			> 50	96					0,22			
	Badeöfen	< 15	25					0,06				
	Herde	< 15	328					0,76				
		Summe	> 4	8.623	4,8	2,4	5,0	2,0	20	29	75	55

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland	Endenergieverbrauch	Emissionsaufkommen													
				CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVO als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl	
		Leistungs- bereich															
		kW		TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
Böhmische BKB (Importe)	Dauerbrandöfen	< 15		62	-	-	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-
	Kachelöfen	< 15		698	-	-	-	-	-	-	-	269	-	-	-	-	-
	Kamine	< 15		225	-	-	-	-	-	-	-	74	-	-	-	-	-
	Kaminöfen	< 15		682	-	-	-	-	-	-	-	222	-	-	-	-	-
	Heizkessel	4 - 25		34	-	-	-	-	-	-	-	4,8	-	-	-	-	-
		> 25 - 50		37	-	-	-	-	-	-	-	5,1	-	-	-	-	-
		> 50		20	-	-	-	-	-	-	-	2,9	-	-	-	-	-
	Badeöfen	< 15		5,3	-	-	-	-	-	-	-	0,58	-	-	-	-	-
	Herde	< 15		70	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-
	Summe	> 4		1.833	-	-	-	-	-	-	-	616	-	-	-	-	-

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland	Endenergieverbrauch	Emissionsaufkommen									
				As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		Leistungs- bereich											
		kW		TJ	kg								
Böhmische BKB (Importe)	Dauerbrandöfen	< 15											
	Kachelöfen	< 15											
	Kamine	< 15											
	Kaminöfen	< 15											
	Heizkessel	4 - 25											
		> 25 - 50											
		> 50											
	Badeöfen	< 15											
	Herde	< 15											
	Summe	> 4											

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland		Emissionsaufkommen													
		Leistungsbereich	Endenergieverbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NM VOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl	
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg	
Braunkohlenbriketts	Kessel	alle	51	4.886	251	4,4	12	20	12	17	2,7	0,001			0,02		
	Summe	alle	51	4.886	251	4,4	12	20	12	17	2,7	0,001			0,02		

Geltungsbereich:	Militär	Deutschland		Emissionsaufkommen									
		Leistungsbereich	Endenergieverbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn	
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
Braunkohlenbriketts	Kessel	alle	51					0,12			0,13		
	Summe	alle	51					0,12			0,13		

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen												
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVO als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
naturbelassenes	Dauerbrandöfen	< 15	2.899	296.015	11.937	178	13	1.283	654	792	214	0,44	2,9		7,8	1,0
Holz	Kachelöfen	< 15	69.242	7.070.158	266.015	4.030	640	25.185	8.682	18.674	8.664	0,54	69	375	126	25
	Kamine	< 15	21.229	2.167.688	58.700	1.593	149	3.241	2.889	1.074	3.098	0,79	12		40	13
	Kaminöfen	< 15	48.276	4.929.404	111.962	3.126	434	13.577	6.569	8.650	5.114	5,05	27		90	29
	Pelletöfen	< 15	1.236	126.181	801	229	6,3	9,5	3,8	6,7	71			2,8		0,03
	Heizkessel	4 - 25	19.023	1.942.440	86.897	2.356	97	364	146	255	1.714	0,74	0,53	352	5,4	0,70
	handbeschickt	> 25 - 50	20.413	2.084.348	29.249	1.656	104	991	397	694	1.054	0,21	0,56	150	5,8	2,6
		> 50	11.340	1.157.953	6.915	972	58	912	365	638	714	0,69		81		1,8
	Heizkessel für Pellets	4 - 25	2.066	210.908	447	168	10	7,8	3,1	5,5	48	0,002				
		> 25 - 50	449	45.801	62	38	2,3	1,6	0,64	1,1	5,9					
		> 50	554	56.567	61	55	2,8	0,63	0,25	0,44	18					
	Badeöfen	< 15	264	26.943	1.306	22	0,35	28	12	19	21	0,01	0,01		0,60	0,13
	Herde	< 15	3.655	373.155	13.939	299	4,8	461	280	251	274	0,50	0,58		8,3	1,8
	Summe	> 4	200.646	20.487.562	588.290	14.721	1.521	46.062	20.001	31.061	21.010	9,0	111	960	284	75

Geltungsbereich:	Haushalte	Deutschland		Emissionsaufkommen								
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
naturbelassenes	Dauerbrandöfen	< 15	2.899	0,10	5,5	68	11	1,6	5,2	59		220
Holz	Kachelöfen	< 15	69.242	13	61	16	209	39	78	152	2,1	2.844
	Kamine	< 15	21.229	0,70	40	502	82	12	38	430		1.612
	Kaminöfen	< 15	48.276	1,6	92	1141	187	27	86	977		3.665
	Pelletöfen	< 15	1.236					0,69				
	Heizkessel	4 - 25	19.023	9,5	88	88	590	11		514		16.588
	handbeschickt	> 25 - 50	20.413	10	94	94	633	11		551		17.800
		> 50	11.340					6				
	Heizkessel für Pellets	4 - 25	2.066					1,2				
		> 25 - 50	449					0,25				
		> 50	554					0,31				
	Badeöfen	< 15	264	0,01	0,50	6,2	1,0	0,15	0,47	5,3		20
	Herde	< 15	3.655	0,12	7,0	86	14	2,0	6,5	74		277
	Summe	> 4	200.646	36	388	2.001	1.727	112	215	2.762	2,1	43.027

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland	Emissionsaufkommen													
			Leistungsbereich	Endenergieverbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOC als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
naturbelassenes	Dauerbrandöfen	< 15	5,9	601	24	0,36	0,03	2,61	1,3	1,6	0,43	0,00	0,01		0,02	0,002
Holz und Restholz (ohne Holzwerkstoffe)	Kachelöfen	< 15	1.934	197.454	7.429	113	18	703	242	522	242	0,02	1,91	10	3,5	0,69
	Kamine	< 15	153	15.607	423	11	1,1	23	21	7,7	22	0,01	0,08		0,29	0,09
	Kaminöfen	< 15	497	50.796	1.154	32	4,5	140	68	89	53	0,05	0,27		0,93	0,30
	Pelletöfen	< 15	17	1.752	11	3,2	0,09	0,13	0,05	0,09	0,98			0,04		0,000
	Badeöfen	< 15	22	2.224	108	1,8	0,03	2,3	0,98	1,5	1,8	0,001	0,001		0,05	0,01
	Herde	<15	393	40.134	1.499	32	0,52	50	30	27	30	0,05	0,06		0,89	0,19
	Heizkessel handbeschickt	4 - 25	162	16.531	740	20	0,82	3,1	1,2	2,2	15	0,01	0,00	3,0	0,05	0,01
	in Land-/Forstwirt.	> 25 - 50	874	89.196	1.252	71	4,4	42	17	30	45	0,01	0,02	6,4	0,25	0,11
		> 50	603	61.549	368	52	3,1	48	19	34	38	0,04		4,3		0,09
	Heizkessel für Pellets	4 - 25	24	2.401	5,1	1,9	0,12	0,09	0,04	0,06	0,54	0,000				
	in Land-/Forstwirt.	> 25 - 50	34	3.467	4,7	2,9	0,17	0,12	0,05	0,09	0,45					
		> 50	56	5.740	6,2	5,6	0,29	0,06	0,03	0,04	1,82					
	Heizkessel für Hackschnitzel	4 - 25	32	3.226	10	3,0		0,60	0,24	0,42	0,78					
	in Nahwärmenetzen	> 25 - 50	1.025	104.630	615	91	5,8	28	22	12	45	0,01	0,12	2,1		2,1
		> 50	256	26.104	256	41	0,7	18	2,3	17	17	0,01	0,22	0,21		0,21
	Heizkessel - handbesch.	> 50 - 1.000	4.952	505.650	10.969	375	36	937	375	656	149	4,06				38
	Einblasfeuerung	> 50 - 1.000	2.135	218.046	6.957	153	16	129	51	90		0,23				
	Unterschubfeuerung	> 50 - 1.000	1.549	158.125	2.400	128	11	52	21	37	159	0,69	0,26	9,9		8,6
	Vorofenfeuerung	> 50 - 1.000	1.563	159.614	1.745	119	11	69	28	49	91	0,55		0,54	0,20	10
Restholz (Holzwerkstoffe)	Heizkessel - handbesch.	> 50 - 1.000	1.397	137.937	4.111	232	9,8	385	154	270	204	0,64				22
	Einblasfeuerung	> 50 - 1.000	602	59.481	1.962	43	16	36	15	25		0,21				
	Unterschubfeuerung	> 50 - 1.000	437	43.135	325	108	12	27	11	19	53	0,15				1,9
	Vorofenfeuerung	> 50 - 1.000	441	43.542	321	54	8,4	2,7	1,1	1,9	48	0,02				13
	Summe	4 - 1.000	19.162	1.946.942	42.694	1.693	160	2.701	1.081	1.890	1.216	6,8	3,0	37	6,2	97

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Kleinverbraucher	Deutschland		Emissionsaufkommen								
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
naturbelassenes Holz und Restholz (ohne Holzwerkstoffe)	Dauerbrandöfen	< 15	5,9	0,00	0,01	0,14	0,02	0,003	0,01	0,12		0,45
	Kachelöfen	< 15	1.934	0,38	1,7	0,45	5,8	1,1	2,2	4,3	0,06	79
	Kamine	< 15	153	0,01	0,29	3,6	0,59	0,09	0,27	3,1		12
	Kaminöfen	< 15	497	0,02	0,95	12	1,9	0,28	0,89	10		38
	Pelletöfen	< 15	17					0,01				
	Badeöfen	< 15	22	0,001	0,04	0,51	0,08	0,01	0,04	0,44		1,7
	Herde	< 15	393	0,01	0,75	9,3	1,5	0,22	0,70	8,0		30
	Heizkessel handbeschickt in Land-/Forstwirt.	4 - 25	162	0,08	0,74	0,74	5,0	0,09		4,4		141
		> 25 - 50	874	0,44	4,0	4,0	27	0,49		24		762
		> 50	603					0,34				
	Heizkessel für Pellets in Land-/Forstwirt.	4 - 25	24					0,01				
		> 25 - 50	34					0,02				
		> 50	56					0,03				
	Heizkessel für Hackschnitz in Nahwärmenetzen	4 - 25	32					0,02				
		> 25 - 50	1.025			50	65	0,57				600
		> 50	256	0,10	0,43	7,9	5,0	0,14	0,08	24	1,8	
	Heizkessel - handbesch. Einblasfeuerung	> 50 - 1.000	4.952					2,8				
		> 50 - 1.000	2.135					1,2				
	Unterschubfeuerung	> 50 - 1.000	1.549	10	4,7	38	34	0,86	1,0	1,0	8,4	
	Vorofenfeuerung	> 50 - 1.000	1.563			76		0,87				916
Restholz (Holzwerkstoffe)	Heizkessel - handbesch. Einblasfeuerung	> 50 - 1.000	1.397					0,78				
		> 50 - 1.000	602					0,34				
	Unterschubfeuerung	> 50 - 1.000	437	6,2	2,9	20	29	0,24	0,66	715	4,4	
	Vorofenfeuerung	> 50 - 1.000	441					0,25				
	Summe	4 - 1.000	19.162	17	17	222	175	11	5,8	794	15	2.580

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Haushalte und Kleinverbraucher	Deutschland		Emissionsaufkommen												
		Leistungsbereich	Endenergieverbrauch	CO ₂	CO	NO _x als NO ₂	SO ₂	VOC als C	CH ₄	NMVOc als C	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl
		kW	TJ	t	t	t	t	t	t	t	t	g	t	t	t	kg
naturbelassenes Holz und Restholz	Dauerbrandöfen	< 15	2.905	296.616	11.961	178	13	1.286	656	794	214	0,44	2,9		7,8	1,04
	Kachelöfen	< 15	71.176	7.267.612	273.444	4.142	658	25.889	8.925	19.195	8.905	0,55	70	385	130	25
	Kamine	< 15	21.382	2.183.295	59.123	1.605	150	3.264	2.910	1.082	3.121	0,79	12		40	13
	Kaminöfen	< 15	48.774	4.980.200	113.116	3.158	439	13.717	6.637	8.740	5.167	5,1	27		91	29
	Pelletöfen	< 15	1.253	127.933	812	232	6,4	9,6	3,9	6,7	71			2,8		0,03
	Heizkessel	4 - 25	19.185	1.958.971	87.636	2.376	97	367	147	257	1.728	0,75	0,53	355	5,5	0,71
	handbeschickt	> 25 - 50	21.287	2.173.544	30.501	1.727	108	1.034	414	724	1.099	0,22	0,59	156	6,1	2,7
		> 50	11.943	1.219.502	7.282	1.024	61	960	384	672	751	0,73		85		1,9
	Heizkessel für Pellets	4 - 25	2.089	213.309	452	170	11	7,9	3,2	5,5	48	0,002				
		> 25 - 50	483	49.268	66	41	2,5	1,7	0,69	1,2	6,4					
		> 50	610	62.307	67	61	3,1	0,69	0,28	0,49	20					
	Badeöfen	< 15	286	29.167	1.414	24	0,38	30	13	20	23	0,01	0,02		0,65	0,14
	Herde	<15	4.048	413.289	15.438	331	5,3	511	310	278	304	0,55	0,64		9,2	1,9
	Heizkessel für Hackschnitzel	4 - 25	32	3.226	10	3,0		0,60	0,24	0,42	0,78					
	in Nahwärmenetzen	> 25 - 50	1.025	104.630	615	91	5,8	28	22	12	45	0,01	0,12	2,1		2,1
		> 50	256	26.104	256	41	0,73	18	2,3	17	17	0,01	0,22	0,2		0,21
	Heizkessel - handbesch.	> 50 - 1.000	6.349	643.587	15.080	607	46	1.322	529	926	352	4,7				59
	Einblasfeuerung	> 50 - 1.000	2.738	277.528	8.919	196	32	165	66	115		0,44				
	Unterschubfeuerung	> 50 - 1.000	1.985	201.260	2.725	236	23	79	32	56	213	0,84	0,26	9,9		10
	Vorofenfeuerung	> 50 - 1.000	2.004	203.156	2.066	173	20	72	29	51	138	0,57		0,5	0,20	23
	Summe	4 - 1.000	219.808	22.434.504	630.984	16.414	1.681	48.764	21.083	32.952	22.226	16	114	997	290	171

Anhang B – Gerätebezogenes Emissionsaufkommen

Geltungsbereich:	Haushalte und Kleinverbraucher	Deutschland		Emissionsaufkommen								
		Leistungs- bereich	Endenergie- verbrauch	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Brennstoff	Feuerung											
		kW	TJ	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
naturbelassenes Holz und Restholz	Dauerbrandöfen	< 15	2.905	0,10	5,5	69	11	1,6	5,2	59		221
	Kachelöfen	< 15	71.176	14	63	16	215	40	80	156	2,2	2.923
	Kamine	< 15	21.382	0,71	41	505	83	12	38	433		1.623
	Kaminöfen	< 15	48.774	1,6	93	1.152	189	27	87	987		3.703
	Pelletöfen	< 15	1.253					0,7				
	Heizkessel	4 - 25	19.185	9,6	88	88	595	11		518		16.730
	handbeschickt	> 25 - 50	21.287	11	98	98	660	12		575		18.562
		> 50	11.943					6,7				
	Heizkessel	4 - 25	2.089					1,2				
	für Pellets	> 25 - 50	483					0,27				
		> 50	610					0,34				
	Badeöfen	< 15	286	0,01	0,54	6,7	1,1	0,16	0,51	5,8		22
	Herde	<15	4.048	0,13	7,7	96	16	2,3	7,2	82		307
	Heizkessel für Hackschnitz	4 - 25	32					0,02				
	in Nahwärmenetzen	> 25 - 50	1.025			50	65	0,57				600
		> 50	256	0,10	0,43	7,9	5,0	0,14	0,08	24	1,8	
	Heizkessel - handbesch.	> 50 - 1.000	6.349					3,5				
	Einblasfeuerung	> 50 - 1.000	2.738					1,5				
	Unterschubfeuerung	> 50 - 1.000	1.985	16	7,7	58	64	1,1	1,7	716	13	
	Vorofenfeuerung	> 50 - 1.000	2.004			76		1,1				916
	Summe	4 - 1.000	219.808	53	405	2.222	1.902	122	220	3.556	17	45.606

Anhang C - Bewertung der Emissionsfaktoren

Das Ziel des Vorhabens bestand in der Ermittlung von Emissionsfaktoren und, darauf aufbauend, in der Berechnung des aktuellen Emissionsaufkommen von Emissionen für Feuerungsanlagen für feste und flüssige Brennstoffe der Haushalte und Kleinverbraucher in Deutschland. In allen Teilschritten des Berechnungsverfahrens - Ermittlung des Anlagenbestandes und des gerätebezogenen Endenergieverbrauchs sowie Beschreibung des Emissionsverhaltens der Feuerungsanlagen – wurden nur abgesicherte und nachvollziehbare Daten herangezogen. War eine entsprechende Datengrundlage nicht vorhanden, wurde auf bestmögliche Schätzungen zurückgegriffen.

Deshalb wurden alle verwendeten Eingangsdaten aus der Literatur und aus eigenen Erhebungen auf ihre Qualität hin überprüft. Grundsätzlich wurden zur Beschreibung des Emissionsverhaltens der Feuerungsanlagen nur solche Emissionswerte in die weitere Berechnung übernommen, bei denen vollständige und zweifelsfreie Angaben zum eingesetzten Brennstoff, zur Bauart der Feuerung und deren Betriebsweise während der Messungen vorhanden waren.

Alle ermittelten gerätebezogenen Emissionsfaktoren wurden hinsichtlich ihrer Datenbasis einer internen Qualitätsbeurteilung unterzogen. So wurde jeder ermittelte Emissionsfaktor in eine von vier Qualitätsstufen (2, 5, 8 oder 11) eingeordnet, wobei 2 die höchste und 11 die niedrigste Stufe darstellt. Die Skala erstreckt sich insgesamt von 0 bis 11. Es wird von einer asymmetrischen Verteilung des Konfidenzintervalles ausgegangen.

In **Tabelle E1** sind die Qualitätsstufen im Vergleich mit den in den Vorgängervorhaben festgelegten Qualitätsstufen aufgelistet.

Tabelle E1: Gewählte Qualitätsstufen und deren Vergleich mit Vorgängervorhaben

Schlüssel	Bedeutung	Konfidenzintervall	bisherige Kennung	neue Kennung
0	$u \leq 10\%$ genaue Daten	asymmetrisch,		
1	$10 < u \leq 20\%$	untere Grenze: 60% von u	A	2
2	$20 < u \leq 30\%$	obere Grenze 90% von u		
3	$30 < u \leq 40\%$	asymmetrisch,		
4	$40 < u \leq 50\%$	untere Grenze: 60% von u	B	5
5	$50 < u \leq 60\%$ ausreichende Daten	obere Grenze 90% von u		
6	$60 < u \leq 70\%$	asymmetrisch,		
7	$70 < u \leq 80\%$	untere Grenze: 60% von u	C	8
8	$80 < u \leq 90\%$	obere Grenze 90% von u		
9	$90 < u \leq 100\%$	asymmetrisch,		
10	$100 < u \leq 110\%$	untere Grenze: 60% von u	D	11
11	$u > 110\%$ große Unsicherheit	obere Grenze 90% von u		

bisherige Kennung in Pfeiffer et al. (2000), Struschka et al. (2003) und in Greiselis-Bailer und Kemper (2006) verwendete Qualitätsstufen

neue Kennung in diesem Vorhaben verwendete Qualitätsstufen

Voraussetzung für die Einordnung eines Emissionsfaktors in die höchste Qualitätsstufe war hierbei eine ausreichend breite Datenbasis mit einer hohen Qualität und Verlässlichkeit der Emissionsmessungen, die z.B. durch Einsatz von erprobten, abgesicherten sowie anerkannten Messverfahren und Vorgehensweisen beim Betrieb der Feuerungen erhalten wird.

Basiert die Berechnung der Emissionsfaktoren auf nur wenigen Messwerten (u.U. liegt nur ein einziger Wert vor) oder erfolgten die Messungen z.B. mit nicht ausreichend erprobten Messverfahren, so wurde diesen Faktoren die niedrigste Qualitätsstufe zugeordnet. Die Emissionsfaktoren in der niedrigsten Qualitätsstufe geben somit nur die zu erwartende Größenordnung eines tatsächlichen Emissionsfaktors wieder.

Tabelle E2 gibt in zusammengefasster Form einen Überblick über die Bewertung der ermittelten (sektoralen) Emissionsfaktoren. In dieser Übersicht sind die Qualitätsstufen als Mittelwerte aus den Nennungen der einzelnen Bauarten der Feuerungsanlagen berechnet, weshalb sich auch Zwischenstufen ergeben.

Anhang C – Bewertung der Emissionsfaktoren

Tabelle E2: Zusammenfassende Bewertung der ermittelten Emissionsfaktoren anhand von vier Qualitätsstufen

Datenqualität für die sektoralen Emissionsfaktoren

Haushalte	CO	NO _x	SO ₂	VOC	CH ₄	NMVOC	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Heizöl EL	2	2	5	3	5	8	2	5	7	5	5										
Brenngase	2	2	8	2	2	8	11	8		8	7						11				
Steinkohlen	3	6	5	6	11	11	11	3	11		8	11	11	9			8		11	11	
Steinkohlenkoks	4	4	4	4	11	11	7	6	6		9	6	4	9			11		6	8	
Steinkohlenbriketts	2	2	2	2	11	11	2	2	2		2	2	2	5			11		5	5	
Braunkohlenbriketts	4	4	4	5	9	11	6	7	5	5	9	9	7	7	6	8	8	7	8	14	8
<i>Rheinische BKB</i>	3	3	3	3	10	11	7	6	7		10	10	9	8	8	8	8	8	8	11	8
<i>Lausitzer BKB</i>	6	5	6	6	9	11	5	8	5	5	8	8	7	7	5	8	8	7	8	3	8
<i>Böhmische BKB (Importe)</i>							5														
Holzbrennstoffe	2	2	6	3	9	11	2	3	9	9	6	7	11	11	11	11	8	11	11	11	11

GHD	CO	NO _x	SO ₂	VOC	CH ₄	NMVOC	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Heizöl EL	3	3	5	6	11	8	6	11	11	11	11										
Brenngase	5	5	8	11	11	8	11	11		11	6						11				
Steinkohlen	3	6	6	6	11	11	11	5	11		8	11	11	9			8		11	11	
Steinkohlenkoks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steinkohlenbriketts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Braunkohlenbriketts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Holzbrennstoffe	3	3	8	5	10	11	5	4	11	8	7	6	10	10	10	10	8	10	10	9	11
<i>Resthölzer</i>	3	2	9	5	11	11	6	4	11	8	8	6	8	9	9	8	8	8	8	8	11
<i>übrige Holzbrennstoffe</i>	3	3	7	4	9	11	3	3	8	9	6	5	11	11	11	11	8	11	11	11	11

Militär	CO	NO _x	SO ₂	VOC	CH ₄	NMVOC	Partikel	PCDD/F	PAH	Benzol	N ₂ O	HCl	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Heizöl EL	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5										
Brenngase	5	5	8	11	11	8	11	11		11	5						11				
Steinkohlen	8	8	8	8	8	8	8	8	8		8	8	11	11	11	11	11		11	11	11
Steinkohlenkoks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steinkohlenbriketts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Braunkohlenbriketts	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8					8			8	
Holzbrennstoffe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

leeres Feld aufgrund fehlender Angaben von gerätebezogenen Emissionsfaktoren bzw. vom anteiligen Endenergieverbrauch konnten

- keine Emissionsfaktoren ermittelt werden

- Brennstoff wird nicht eingesetzt

BKB Braunkohlenbriketts