

TEXTE 14/00

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT
- Luftreinhaltung -

Forschungsbericht 295 46 364
UBA-FB 000048

Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der
Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich der
Haushalte und Kleinverbraucher

10 Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde das aktuelle Emissionsaufkommen von Feuerungsanlagen im Bereich Haushalte, Kleinverbraucher und Militär für die Abgasbestandteile CO_2 , CO , NO_x (als NO_2), SO_2 , flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (VOC) sowie flüchtige organische Nicht-Methankohlenwasserstoffe (NMVOC), CH_4 , Partikel, Distickstoffmonoxid (N_2O), polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF), Benzol, HCl, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) und Metalle (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn) für die alten und neuen Bundesländer sowie Gesamtdeutschland berechnet. Hierzu wurden für die obengenannten Abgasbestandteile Emissionsfaktoren mit einem hohen Differenzierungsgrad ermittelt. Die Strukturierung der Emissionsfaktoren richtete sich nach den in Deutschland am Endenergieverbrauch relevant beteiligten Brennstoffen Heizöl EL, Heizöl S/SA, gasförmigen Brennstoffen (Erdgase, Flüssiggas), Rohbraunkohle, Braunkohlenbriketts (Importe sowie aus dem Lausitzer, Mitteldeutschen und Rheinischen Revier), Steinkohlenbrennstoffe (Steinkohlen, Steinkohlenkoks, Steinkohlenbriketts) und Holzbrennstoffe (naturbelassenes Holz und Resthölzer), der Gerätebauart, der Altersstufe, dem Leistungsbereich und der typischen Betriebsweise der Feuerungsanlagen. Im Bereich der Kleinverbraucher wurde zusätzlich zwischen nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV und Feuerungsanlagen als Bestandteil von genehmigungsbedürftigen Anlagen nach 4. BImSchV unterschieden. Alle Angaben innerhalb dieser Arbeit beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf das Bezugsjahr 1995.

Das Vorhaben gliedert sich in die Teilprojekte Ermittlung des Anlagenbestandes, Ermittlung gerätebezogener Endenergieverbräuche, Beschreibung des Emissionsverhalten von Feuerungsanlagen, Ermittlung von gerätebezogenen bzw. sektoralen Emissionsfaktoren und der abschließenden Berechnung des Emissionsaufkommens für das Bezugsjahr 1995. Einen Ausblick auf die zu erwartende Emissionsentwicklung bis in das Jahr 2020 geben zwei Emissions-szenarien. Als Datenbasis für die einzelnen Teilprojekte wurden Statistiken oder Daten aus der Literatur verwendet. Ergänzend hierzu wurden eigene Erhebungen zum Anlagenbestand im Bereich der Haushalte und bei Kleinverbrauchern sowie Emissionsuntersuchungen auf dem Prüfstand und an installierten Feuerungen feste Brennstoffe durchgeführt.

Aufgrund des großen Umfangs an Ergebnissen innerhalb der einzelnen Teilprojekte ist es unmöglich, diese auch nur ansatzweise im Rahmen dieser Zusammenfassung darzustellen. Dies trifft insbesondere auf die Ergebnisse der Prüfstands- und Felduntersuchungen wie auch für die ermittelten gerätebezogenen bzw. mittleren Emissionsfaktoren zu. Es kann daher nur das Anliegen dieser Zusammenfassung sein, einige wichtige Teilergebnisse vorzustellen und ansonsten noch einmal die einzelnen Bearbeitungsschritte, die zur Berechnung des aktuellen Emissionsaufkommens notwendig waren, in komprimierter Form aufzuführen.

Ermittlung des Anlagenbestandes

Der Bestand an Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher stellt aufgrund seiner über viele Jahrzehnte gewachsenen Struktur eine sehr inhomogene Gruppe dar. Die Bandbreite der installierten Feuerungen reicht von Einzelfeuerstätten für feste Brennstoffe mit ca. 4 kW Nennwärmeleistung (z.B. Herde, Badeöfen) über Öl- und Gasfeuerungen zur Raumwärme- und Warmwasserbereitung (z.B. Zentralheizungskessel mit Öl- oder Gasbrennern) sowie hand- und mechanisch beschickte Holzfeuerungen im gewerblichen Bereich bis zu genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen bei Kleinverbrauchern (z.B. bei öffentlichen Einrichtungen und Gärtnereien) mit einer Nennwärmeleistung von mehreren MW. Von besonderem Interesse ist hierbei die Anlagenstruktur in den neuen Bundesländern, die sich auch fünf Jahre nach der deutschen Wiedervereinigung (bezogen auf das Bezugsjahr 1995 dieser Arbeit) erheblich von den alten Bundesländern unterscheidet. Auch wenn eine große Anzahl der Feuerstätten für feste Brennstoffe in der Zwischenzeit nicht mehr in Betrieb sind, so hat das Emissionsaufkommen der weiterhin genutzten Feuerstätten immer noch eine Bedeutung.

Grundlage für die Ermittlung des Bestandes von Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV waren Erhebungen des Statistischen Bundesamtes zum Gebäude- und Wohnungsbestand. Für die alten Bundesländer war dies die 1%-Gebäude- und Wohnungsstichprobe von 1993 sowie deren Sonderauswertungen zur Beheizungsstruktur und Warmwasserversorgung. Für die neuen Bundesländer standen Daten einer Totalerhebung des Gebäude- und Wohnungsbestandes von 1995 zur Verfügung. Aus diesen statistischen Erhebungen konnten für den bewohnten Gebäude- und Wohnungsbestand die Anlagenzahlen für die verschiedenen Beheizungsarten, untergliedert nach Hauptheizungen (Zentral- und Etagenheizungen sowie Einzel- oder Mehrraumöfen) und Zusatzheizungen (offene Kamine, Kachelöfen und Allzwecköfen) in Abhängigkeit vom verwendeten Energieträger ermittelt werden. Ebenfalls konnten Angaben über die Anzahl der Geräte zur Warmwassererzeugung (Einzelgeräte in Küchen und Bädern) berechnet werden. Allerdings konnten aus den Ergebnissen, aufgrund der teilweise nicht exakt formulierten Fragestellungen (z.B. waren Mehrfachnennungen zu Beheizungs- und Energiearten möglich), nicht für alle interessierenden Gerätebauarten unmittelbar Bestandszahlen abgeleitet werden. Zur Ergänzung fehlender Daten und zur Aufteilung des zuvor ermittelten Anlagenbestandes von Gasfeuerungen und Feuerstätten für feste Brennstoffe auf die einzelnen Gerätebauarten wurden zusätzliche weitere Statistiken, z.B. des Schornsteinfegerhandwerks, ausgewertet und eigene Berechnungen durchgeführt.

Als Ergebnis der Berechnungen ergibt sich für die alten und neuen Bundesländer sowie für Deutschland der in **Tabelle 10.1** dargestellte Bestand an Feuerstätten in Haushalten und bei Kleinverbrauchern im Bereich der 1. BImSchV für das Jahr 1995.

In den Zahlen der Tabelle 10.1 sind Feuerungsanlagen der militärischen Dienststellen und bei Kleinverbrauchern, die in den Geltungsbereich der genehmigungsbedürftigen Anlagen nach 4. BImSchV fallen, nicht enthalten. Für diese Anlagen konnten keine Bestandszahlen oder Angaben zur Anlagenstruktur ermittelt werden.

Tabelle 10.1: Bestand an installierten Feuerstätten im Geltungsbereich der 1. BImSchV in Haushalten und bei Kleinverbrauchern in Deutschland im Jahr 1995

Energie-träger	Bezeichnung der Feuerstätte im Bericht	alte Bundesländer [1.000 Stück]	neue Bundesländer [1.000 Stück]	Deutschland ^{*)} [1.000 Stück]
Heiz- öl EL	Ölbrenner ohne Gebläse	2.472,0	254,8	2.726,8
	Ölbrenner mit Gebläse	5.427,7	435,1	5.862,8
Summe ^{*)}		7.899,7	689,9	8.589,6
Brenngase (Erdgas H und L sowie Flüssiggas)	Gasbrenner mit Gebläse (Heizkessel)	548,6	62,9	611,6
	Gasbrenner ohne Gebläse (Heizkessel)	3.148,9	459,4	3.608,3
	Kombiwasserheizer	2.443,1	355,7	2.798,9
	Durchlaufwasserheizer	1.573,4	581,8	2.155,2
	Vorratswasserheizer	857,9	10,9	868,9
	Raumheizer ¹⁾	2.173,6	993,5	3.167,1
	Brennwertgeräte	417,7	68,5	486,3
Summe ^{*)}		11.163,5	2.533,0	13.696,6
Festbrennstoffe (Kohlen- und Holzbrennstoffe)	Heizkessel ²⁾ (Zentral- und Etagenheizungen)	304,5	323,7	628,3
	Dauerbrandöfen	2.925,3	1.816,6	4.741,9
	Kachelöfen (mit Heizeinsatz oder als Grundofen)	2.017,4	3.784,6	5.802,0
	Kaminöfen	1.311,3	257,4	1.568,7
	offene Kamine (mit offenem oder geschlossenem Feuerraum)	2.017,4	196,8	2.214,2
	Badeöfen	493,1	918,5	1.411,6
	Herde (und Heizungsherde)	2.100,0	1.200,0	3.300,0
Summe ^{*)}		11.169,0	8.497,6	19.666,7
Gesamtbestand aller Feuerstätten		30.232,2	11.720,5	41.952,9

^{*)} geringe Abweichungen durch Verwendung gerundeter Zahlen

¹⁾ Raumheizer beinhalten auch die Gas-Heizeinsätze und Gas-Kamine, die einen Anteil von wenigen Prozent ausmachen und damit nur eine geringe Bedeutung haben (siehe auch Kapitel 2.3)

²⁾ Heizkessel im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher, einschließlich gewerblicher Holzfeuerungen

In Deutschland waren im Jahr 1995 ca. 42 Mio. Feuerstätten installiert, wobei rund drei Viertel auf die alten und rund ein Viertel auf die neuen Bundesländer entfallen. Zwischen den alten und neuen Bundesländern sind nach wie vor ausgeprägte Unterschiede beim Anlagenbestand

festzustellen. So befinden sich z.B. die größten Anteile des Bestandes an Öl- und Gasfeuerungen in den alten Bundesländern. Einzig Durchlaufwasserheizer und Raumheizer sind mit je einem Anteil von über 30 % am Bestand dieser Bauarten in den neuen Bundesländern vertreten. Der Bestand von Feuerstätten für feste Brennstoffe wird in den neuen Bundesländern durch Dauerbrandöfen und Kachelöfen geprägt. In den alten Bundesländern sind neben diesen Bauarten auch Kaminöfen und offene Kamine in nicht unerheblichen Umfang anzutreffen.

Zur Berechnung von gerätebezogenen Emissionsfaktoren werden neben dem Anlagenbestand auch Angaben zur Leistungs- und Altersstruktur für die verschiedenen Gerätebauarten benötigt. Außerdem wird für die Berechnung der gerätebezogenen Endenergieverbräuche die mittlere installierte Nennwärmeleistung der Bauarten benötigt. Dazu wurde in Zusammenarbeit mit den Landesinnungsverbänden des Schornsteinfegerhandwerks in Baden-Württemberg, 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 in 23 Kehrbezirken 4.016 Fragebögen ausgefüllt, von denen über 98 % ausgewertet werden konnten. Ergänzt wurden die eigenen Erhebungen durch die Statistiken des Zentralinnungsverbandes des Schornsteinfegerhandwerks über die Ergebnisse der wiederkehrenden Messungen an Öl- und Gasfeuerungen. Nach einer umfangreichen Aufarbeitung der Daten konnte ein sehr differenziertes Bild der Alters- und Leistungsstruktur der installierten Feuerstätten herausgearbeitet werden.

Ein besonderes Augenmerk im Bereich der Kleinverbraucher wurde auf die installierten Holzfeuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV gelegt, da hierzu keine Angaben zum Anlagenbestand und zur Anlagenstruktur vorlagen. Deshalb wurden eigene Berechnungen für den gewerblichen Bereich des Holzverarbeitenden Handwerks (Schreiner-, Glaser- und Zimmererhandwerk sowie restliches Holzgewerbe) durchgeführt. Zur Ermittlung der Anlagenstruktur wurden Daten aus dem Jahr 1992 verwendet, die in Zusammenarbeit mit dem Schornsteinfegerhandwerk in Baden-Württemberg mittels einer Umfrage erhoben wurden. Nach der Aufarbeitung der Daten wurden diese unter Verwendung der Ergebnisse der Handwerkszählungen aus dem Jahr 1995 auf die alten und neuen Bundesländer hochgerechnet. In den alten Bundesländern waren demnach 17.578 gewerbliche Holzfeuerungen im Holzverarbeitenden Handwerk installiert. Hiervon entfallen 66 % auf handbeschickte Heizkessel-Schachtfeuerungen, die verbleibenden Feuerungen verteilen sich auf Unterschub-, Einblas- und Vorofenfeuerungen zu 10, 10 und 14 %. Die Abschätzung der Anzahl an Feuerungsanlagen in den neuen Bundesländern erfolgte aufgrund fehlender Daten auf der Basis der Anlagenstruktur in den alten Bundesländern. Diese Abschätzung führt durch die in der ehemaligen DDR vorhandenen anderen Struktur der Handwerksbetriebe zu einer größeren Unsicherheit in der ermittelten Anlagenstruktur. Die berechnete Anzahl gewerblicher Holzfeuerungen im Geltungsbereich der 1. BImSchV im Holzverarbeitenden Handwerk in den neuen Bundesländern betrug 3.841 Stück.

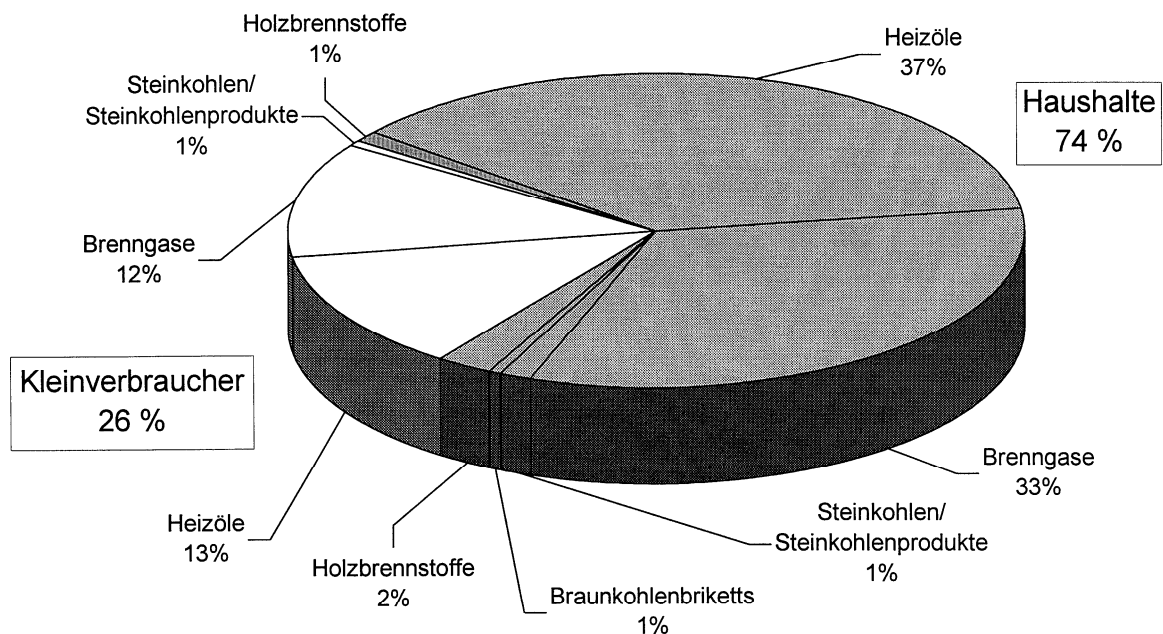
Ermittlung der gerätebezogenen Endenergieverbräuche

Entsprechend den Zielsetzungen des Vorhabens sollte für die Ermittlung des Emissionsaufkommens der Haushalte und Kleinverbraucher ausschließlich der emissionsrelevante Endenergieverbrauch herangezogen werden. Als emissionsrelevanter Endenergieverbrauch der Energieträger Heizöle (EL und S/SA) sowie Brenngase (Erdgase und Flüssiggas) wurde derjenige Energieverbrauch festgelegt, der zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser verwendet wurde. Die Erzeugung von Prozeßwärme in Haushalten mit festen Brennstoffen (Kochen) wird ebenfalls als emissionsrelevant angesehen, da die anfallende Wärme in der Regel auch zu Heizzwecken in den Aufstellungsräumen genutzt wird. Bei Kleinverbrauchern konnte in der Verbrauchergruppe Landwirtschaft und Gartenbau aufgrund der Datenlage nicht zwischen Prozeß- (z.B. zur Beheizung von Gewächshäusern) und Raumwärme unterschieden werden. Deshalb wird dort auch die Prozeßwärmeerzeugung mit Brennstoffen als emissionsrelevant angesehen. In allen anderen Fällen bleibt die Erzeugung von Prozeßwärme unberücksichtigt.

Den Rahmen für die Aufteilung des Endenergieverbrauchs stellte die Endenergiebilanz der Bereiche Haushalte und Kleinverbraucher für die Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1995 (Stand 17. Juli 1997) dar. Diese Bilanz wurde in einigen Punkten durch Ergebnisse anderer Studien, z.B. zum Holzverbrauch der Haushalte, oder durch eigene Berechnungen zum Verbrauch von Resthölzern bei Kleinverbrauchern und zum Energieverbrauch von militärischen Einrichtungen ergänzt. Für jeden als relevant angesehenen Brennstoff wurde eine Untergliederung des Endenergieverbrauchs für die alten und neuen Bundesländer sowie für die Bereiche Haushalte, Kleinverbraucher und Militär durchgeführt. Im Bereich der Kleinverbraucher wurde zusätzlich zwischen dem Brennstoffeinsatz in genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen unterschieden. Die Disaggregation des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken (u.a. Raumwärme- und Warmwasserbereitung sowie Prozeßwärme) führte dann zur Abschätzung des emissionsrelevanten Endenergieverbrauchs. Die weitere Aufteilung des emissionsrelevanten Endenergieverbrauchs auf die verschiedenen Gerätebauarten erfolgte, getrennt für jeden betrachteten Brennstoff, unter Verwendung der zuvor ermittelten Zahlen zum Bestand an Feuerstätten einer Bauart, der Anzahl an jährlichen Vollbenutzungstunden und der mittleren Nennwärmeleistung der installierten Feuerungsanlagen. Am Ende der durchgeführten Berechnungen steht ein gerätebezogener Endenergieverbrauch mit einem hohen Detaillierungsgrad. In **Bild 10.1** ist für den Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher die Aufteilung des emissionsrelevanten Endenergieverbrauchs der Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV zusammengestellt. Nicht dargestellt sind diejenigen Brennstoffe, deren Anteil unter 1 % am Endenergieverbrauch liegt.

In den alten Bundesländern betrug im Jahr 1995 der emissionsrelevante Endenergieverbrauch der Haushalte und Kleinverbraucher insgesamt 2.427.757 TJ. Der überwiegende Energieeinsatz erfolgte in Form von Heizölen und Brenngasen (Erdgas H und L sowie Flüssiggas) mit Anteilen von 49 % bzw. 45 %. Holzbrennstoffe decken zu etwas mehr als 3 % den Energieverbrauch der Haushalte und Kleinverbraucher. Stein- und Braunkohlenbrennstoffe haben lediglich einen Anteil von knapp 3 % am gesamten emissionsrelevanten Endenergieverbrauch.

Emissionsrelevanter Endenergieverbrauch in den alten Bundesländern: 2.427.757 TJ



Emissionsrelevanter Endenergieverbrauch in den neuen Bundesländern: 430.258 TJ

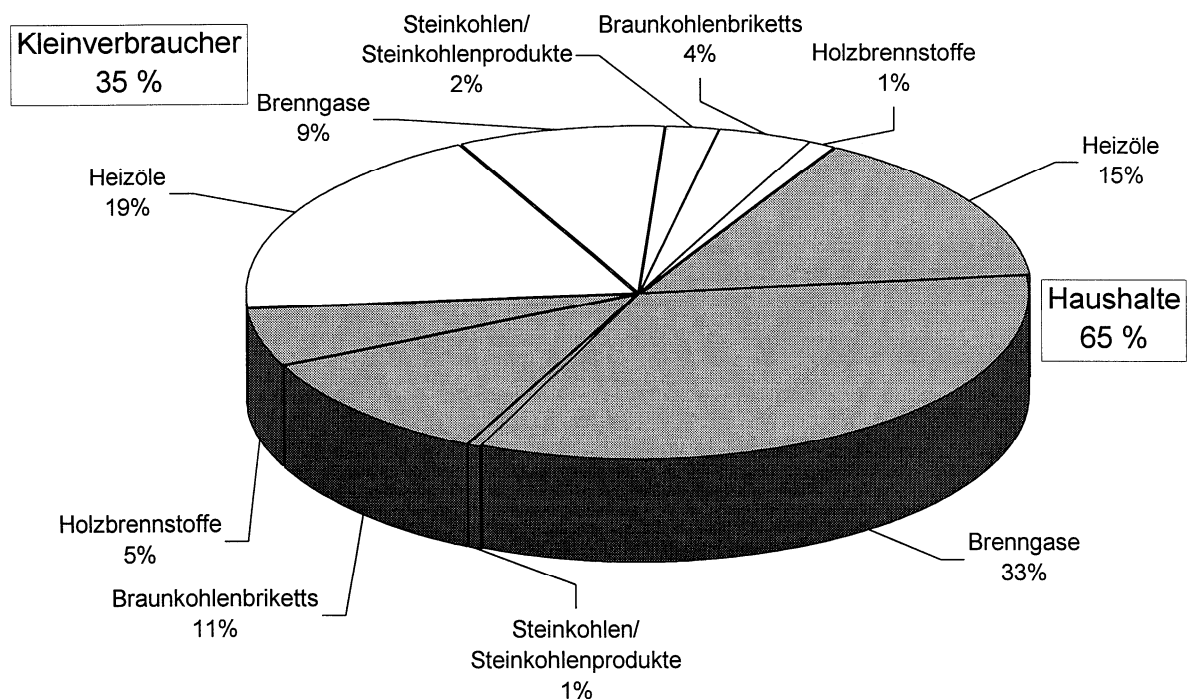


Bild 10.1: Aufteilung des emissionsrelevanten Endenergieverbrauchs für Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher in den alten Bundesländern (oben) und in den neuen Bundesländern (unten)

In den neuen Bundesländern betrug der emissionsrelevante Endenergieverbrauch der Haushalte und Kleinverbraucher 430.258 TJ. Dies entspricht einem auf Deutschland bezogenen Anteil von nahezu 18 %. Der Anteil der Heizöle und Brenngase beträgt 34 % bzw. 42 %. Feste Brennstoffe stellen im Bezugsjahr 1995 immer noch einen wichtiger Bestandteil bei der Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser dar. Sie deckten zusammen rund ein Viertel des Endenergieverbrauchs, wobei Braunkohlenbriketts mit fast 15 % den dritt wichtigsten Energieträger darstellen.

Beschreibung des Emissionsverhaltens von Feuerungsanlagen

Für die Beschreibung des Emissionsverhaltens von Feuerungsanlagen wurde in erster Linie auf Daten aus der Literatur zurückgegriffen. Ergänzend wurden Prüfstands- und Felduntersuchungen mit dem Ziel durchgeführt, Kenntnislücken über das Emissionsverhalten von Feuerungen für feste Brennstoffe zu schließen. Dies betraf vor allem das Emissionsverhalten von Feuerungsanlagen für Braunkohlenprodukte in den neuen Bundesländern, da hier bis jetzt nur in sehr geringem Umfang Emissionsuntersuchungen auf dem Prüfstand durchgeführt wurden. Über das "reale" Emissionsverhalten der installierten Einzelfeuerstätten und Heizkessel in den neuen Bundesländern lagen keine zufriedenstellenden Aussagen vor. Für die Beschreibung des Emissionsverhaltens von Einzelfeuerstätten für feste Brennstoffe in den alten Bundesländern auf der Grundlage von Feldmessungen konnten ebenfalls keine Meßergebnisse in Erfahrung gebracht werden. Deshalb wurden an besonders wichtigen Vertretern dieser Bauarten (Kachelofen-Heizeinsätze, Kaminöfen, Kamineinsätze) Messungen vor Ort durchgeführt. Erhebliche Unsicherheiten im Hinblick auf die Beschreibung des Emissionsverhaltens bestanden für Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe zur Warmwassererzeugung (Badeöfen) und zum Kochen (Herde) - sowie für ausgewählte Abgaskomponenten wie z.B. Methan (CH_4), polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/PCDF), polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) und Schwermetalle. Hierzu wurden Untersuchungen auf dem Prüfstand unter Verwendung von Braunkohlenbriketts und Buchenscheitholz vorgenommen.

Ermittlung von gerätebezogenen und sektoralen Emissionsfaktoren

Die Ermittlung der gerätebezogenen Emissionsfaktoren erfolgte unter Verwendung einer Literatúrauswertung und den durchgeführten Feld- und Prüfstandsuntersuchungen. Aus den Ergebnissen der zur Verfügung stehenden Untersuchungen wurden unter Berücksichtigung der Betriebsweise und der Altersstruktur der Feuerungen gerätebezogene Emissionsfaktoren für die unterschiedlichen Gerätebauarten und Leistungsbereiche ermittelt. Entsprechend der Aufgabenstellung des Vorhabens wurden die Emissionsfaktoren strukturiert nach Brennstoffen, Abgaskomponenten, alte und neue Bundesländer sowie Deutschland angegeben. Besonderer Wert bei der Auswertung der Literatur wurde auf die Nachvollziehbarkeit der Emissionswerte gelegt. In die weitere Aufarbeitung wurden nur solche Emissionswerte übernommen, bei denen u.a. der eingesetzte Brennstoff und die Durchführung der Messungen beschrieben waren. In allen anderen Fällen wurde die Literaturstelle verworfen. Aus den gerätebezogenen Emissions-

faktoren wurden für die betrachteten Brennstoffe, unter Berücksichtigung des anteiligen Endenergieverbrauchs, sektorale Emissionsfaktoren für die Bereiche Haushalte, Kleinverbraucher (unterschieden nach nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV und Feuerungsanlagen als Bestandteil genehmigungsbedürftiger Anlagen im Geltungsbereich der 4. BImSchV) sowie für das Militär berechnet. Der in dieser Arbeit beschrittene Weg zur Erstellung der Emissionsfaktoren ist schematisch in **Bild 10.2** dargestellt.

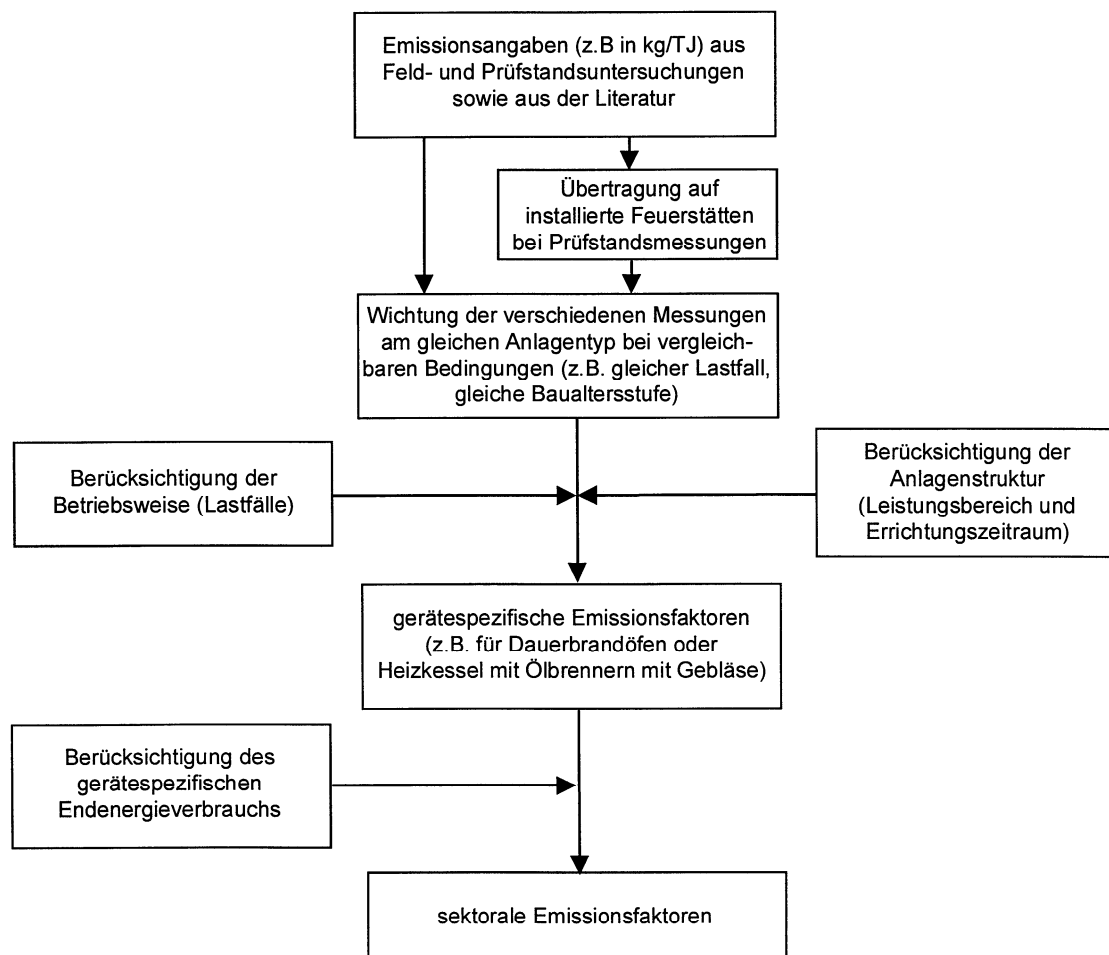


Bild 10.2: Vorgehensweise zur Ermittlung gerätespezifischer und sektoraler Emissionsfaktoren

Die Berechnung von abgesicherten mittleren Emissionsfaktoren kann nur durch ein relativ aufwendiges Verfahren erfolgen. Neben Emissionswerten müssen zusätzliche Informationen zur Berücksichtigung der Betriebsweise (Lastfälle), der Anlagenstruktur und des gerätebezogenen Endenergieverbrauchs ermittelt werden. Die Berechnung der Emissionsfaktoren wurde nach einem einheitlich entwickelten Schema durchgeführt, das die Nachvollziehbarkeit der Emissionsfaktoren in allen Berechnungsschritten gewährleistet. Nach Abschluß der Berechnungen liegen Emissionsfaktoren mit einem bisher in dieser Form nicht erreichten Differenzierungsgrad vor. Allerdings muß auch darauf hingewiesen werden, daß für einige Abgaskomponenten nur in unzureichender Weise oder überhaupt keine Ergebnisse aus Untersuchungen zum Emissionsverhalten der verschiedenen Energieträger bei der Verfeuerung in den hier betrachteten

Feuerungen vorlagen, aus denen dann abgesicherte Emissionsfaktoren abgeleitet werden konnten. Dies trifft insbesondere auf Metalle, HCl und Benzol zu. In einigen dieser Fälle konnten die Datenlücken durch Übertragung von Emissionsfaktoren vergleichbarer Gerätebauarten bzw. durch Verwendung von Emissionsfaktoren anderer Studien teilweise geschlossen werden. In allen anderen Fällen konnten keine Emissionsfaktoren abgeleitet werden. Hierzu sollte entsprechend der möglichen Bedeutung einzelner Energieträger bzw. Gerätebauarten am gesamten Emissionsaufkommen einer Abgaskomponente geprüft werden, ob nicht weitere Untersuchungen notwendig sind.

Die Ermittlung der sektoralen Emissionsfaktoren in Anlehnung an die vorgegebene Struktur des Umweltbundesamtes erfolgte auf Grundlage der zuvor berechneten gerätebezogenen Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung des anteiligen Endenergieverbrauchs einer Gerätebauart getrennt für die alten und neuen Bundesländer. Für Deutschland wurden aus den mittleren Emissionsfaktoren der alten und neuen Bundesländern, ebenfalls unter Berücksichtigung des Endenergieverbrauch, die sektoralen Emissionsfaktoren für Haushalte, Kleinverbraucher und Militär berechnet.

Berechnung des Emissionsaufkommens

Die Berechnungsgrundlage für die Ermittlung des Emissionsaufkommens in den Bereichen Haushalte, Kleinverbraucher und Militär für das Bezugsjahr 1995 bildeten die gerätebezogenen Emissionsfaktoren und Endenergieverbräuche. Das Emissionsaufkommen wurde strukturiert nach den einzelnen Brennstoffen für die alten und neuen Bundesländer sowie Deutschland ermittelt. In **Bild 10.3** ist das berechnete Emissionsaufkommen in den Bereichen Haushalte, Kleinverbraucher und Militär für die Abgaskomponenten CO, NO_x, SO₂ und Partikel in den alten und neuen Bundesländern im Bezugsjahr 1995 dargestellt (siehe auch Tabelle 8.1). Hierbei wurden die einzelnen Brennstoffe unter den Oberbegriffen Gase (Erdgas L und H, Flüssiggas), Heizöle (Heizöl EL und S/SA), Braunkohlen (Braunkohlenbriketts, Rohbraunkohle), Steinkohlen und -produkte (Steinkohlen, Steinkohlenkoks, Steinkohlenbriketts) und Holz (naturbelassenes Holz, Holzwerkstoffe, Restholz) zusammengefaßt.

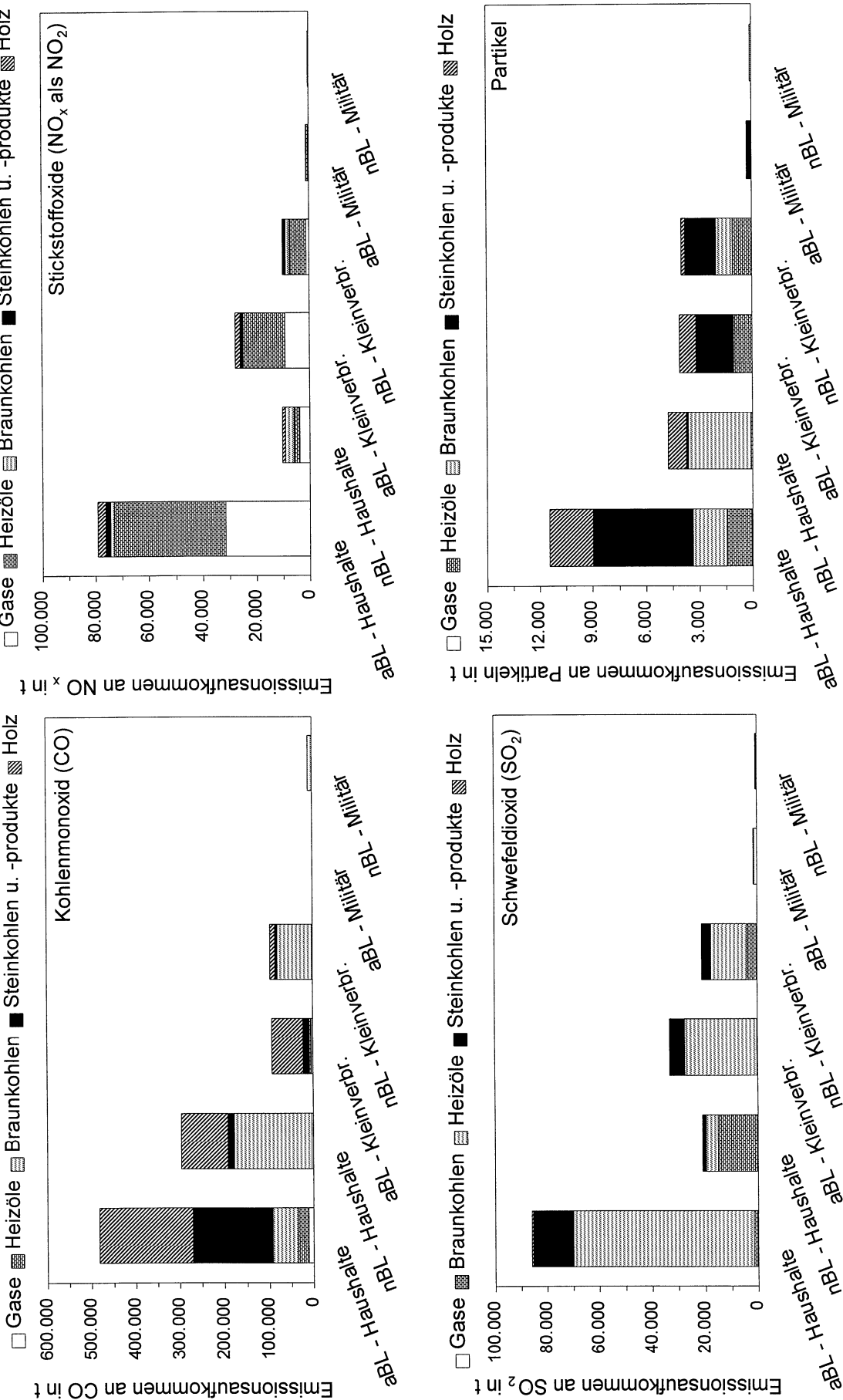


Bild 10.3: Emissionsaufkommen der Abgaskomponenten CO, NO_x, SO₂ und Partikel in den Bereichen Haushalte, Kleinverbraucher und Militär in den alten und neuen Bundesländern im Bezugsjahr 1995

Deutlich erkennbar ist für die in Bild 10.3 gezeigten Abgaskomponenten der, im Vergleich zu den Kleinverbrauchern, bedeutende Anteil der Haushalte am Emissionsaufkommen in den alten und neuen Bundesländern. Das Militär trägt zum Emissionsaufkommen nur wenig bei.

Das Emissionsaufkommen an Kohlenmonoxid sowie an Partikeln wird im wesentlichen durch die Verfeuerung der festen Energieträger Braunkohlen, Steinkohlen u. -produkte sowie Holz bestimmt. Beim Schwefeldioxid dagegen resultiert der überwiegende Teil der emittierten Menge aus der Verbrennung von schwefelhaltigen Heizölen. Wesentlich geringere Anteile entfallen auf die Verbrennung fester Energieträger. Das Emissionsaufkommen an Stickstoffoxiden wird zum überwiegenden Teil bestimmt durch die Verbrennung von Heizölen und Brenngasen in den Haushalten der alten Bundesländer. Der Beitrag der Festbrennstoffe ist am Emissionsaufkommen der Stickstoffoxide in den alten wie auch in den neuen Bundesländern gering.

Zukünftige Emissionsentwicklung

Mit Hilfe zweier Emissionsszenarien wurde die Emissionsentwicklung bis in das Jahr 2020 im Bereich der Haushalte, Kleinverbraucher und des Militärs abgeschätzt. In einem ersten Emissionsszenario wurde eine Fortschreibung des ermittelten emissionsrelevanten Endenergieverbrauchs für das Jahr 1995 an die zu erwartende Entwicklung durchgeführt. Verwendet wurden hierzu die Energieprognosen der Prognos AG aus der Studie "Entwicklung der Energiemärkte in Deutschland in einem zusammenwachsenden Europa". Alle anderen Randbedingungen, wie die mittleren Emissionsfaktoren und die Anlagenstruktur in den alten und neuen Bundesländern blieben dagegen unverändert. In einem zweiten Emissionsszenario wurde auch eine Anpassung der Anlagenstruktur im Prognosezeitraum vorgenommen. Die Berücksichtigung einer sich ändernden Anlagenstruktur erfolgte in den mittleren Emissionsfaktoren an Hand einer pauschalierten Form von Zu- und Abschlägen auf die Emissionsfaktoren des Jahres 1995. Dabei wurde von einer kontinuierlichen Änderung des Anlagenbestandes durch Austausch von Altgeräten oder bei Neuinstallationen mit einer verbesserten (schadstoffärmeren) Verbrennungstechnik ausgegangen. Von tiefgreifenden regulativen Maßnahmen durch den Gesetzgeber oder grundlegenden wirtschaftlichen Änderungen wurde bei der zukünftigen Entwicklung des Anlagenbestandes nicht ausgegangen.

Die Ergebnisse der beiden durchgeführten Emissionsszenarien sind im **Bild 10.4** grafisch als relative Veränderung zum Bezugsjahr 1995 dieser Arbeit angegeben.

Die Emissionsszenarien prognostizieren für alle Abgaskomponenten langfristig einen Rückgang des Emissionsaufkommens zwischen 14 und 67 %. Dabei ist die Abnahme des Emissionsaufkommens im wesentlichen auf einen stark rückläufigen Endenergieverbrauch der festen Brennstoffe, insbesondere von Kohlenbrennstoffen, zurückzuführen (Emissionsszenario 1, durchgezogene Linien). Bei Kohlenmonoxid und Partikeln führt dies zu einer Verringerung der Emissionen auf ein Niveau von rund 55 bzw. 37 %, bezogen auf das Jahr 1995. Bei den Stickstoffoxiden beträgt die Emissionsminderung ca. 14 %.

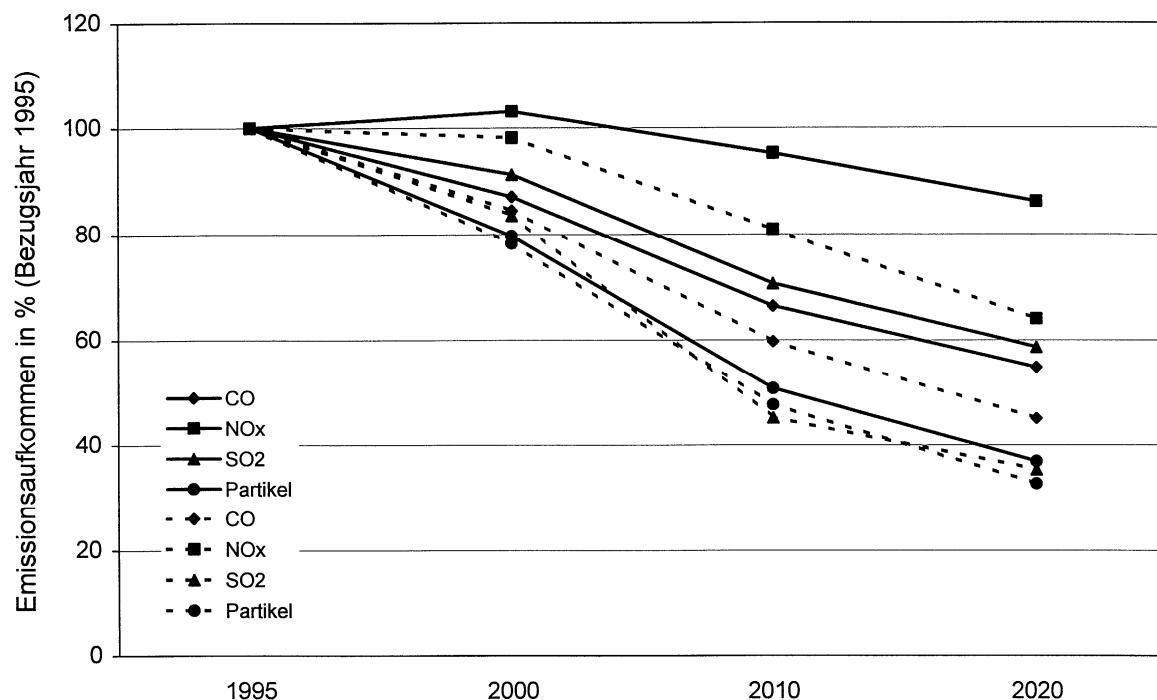


Bild 10.4: Entwicklung der energiebedingten Emissionen der Abgaskomponenten CO, NO_x, SO₂ und Partikel zusammengefaßt für die Bereiche Haushalte, Kleinverbraucher und Militär auf der Basis der durchgeführten Emissionsszenarien in Deutschland
 (— Emissionsszenario 1: Fortschreibung des Endenergieverbrauchs
 - - Emissionsszenario 2: Fortschreibung des Endenergieverbrauchs und der mittleren Emissionsfaktoren)

Eine verbesserte (schadstoffärmere) Verbrennungstechnik führt nochmals zu einem Rückgang der Emissionen in der Größenordnung von 4 % (bei Partikeln) bis 22 % (bei Stickstoffoxiden). Die Emissionsentwicklung der Abgaskomponente SO₂ wird im wesentlichen durch die Einführung von schwefelärmerem Heizöl EL ab dem Jahr 2008 beeinflusst.

Als Fazit kann festgehalten werden, daß der Einsatz von verbesserter Verbrennungstechnik aufgrund der nur langsamen Durchdringung des Anlagenbestandes - wenn regulative Maßnahmen durch den Gesetzgeber nicht stattfinden - im Vergleich zum Rückgang des Einsatzes von festen Brennstoffen eher von geringerer Bedeutung ist. Dies hat seine Ursache auch darin, daß im Bereich der Öl- und Gasfeuerungen, und hier vor allem in den neuen Bundesländern, heute schon ein hoher Stand der Technik mit einer schadstoffarmen und optimierten Verbrennungstechnik im Einsatz ist.